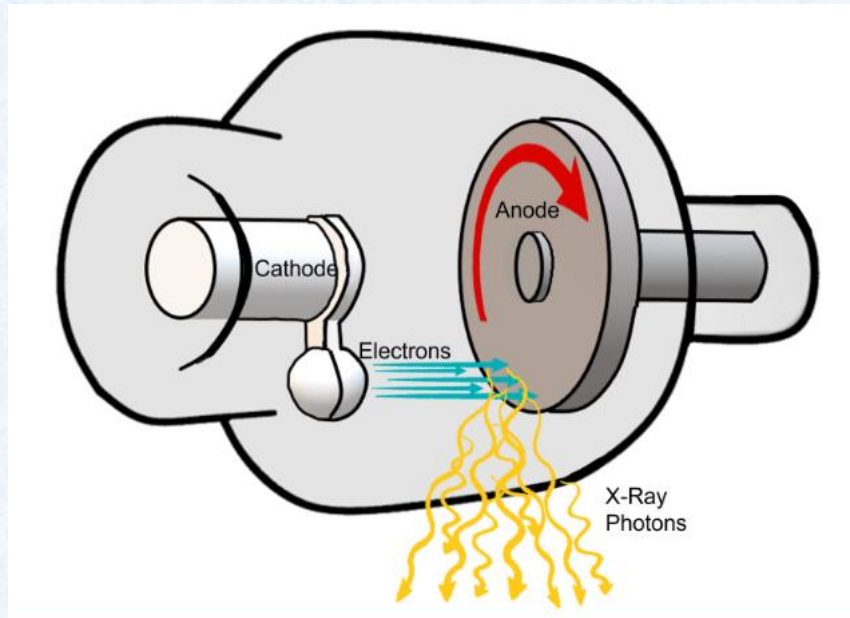


جه نام خدرا

اشعه ایکس و کاردهای آن در پزشکی

- منابع :** کتاب راه فیزیک پزشکی : فصل 4 (تالیف اساتید گروه فیزیک و مهندسی پزشکی شیراز)
□ پاورپوینت و مطالب استاد مربوطه
□ کتاب کمک آموزشی : کتاب فیزیک پزشکی (عقابیان) فصل 4

بخش دوم: اجراء دستگاه رادیولوژی



Movahedi

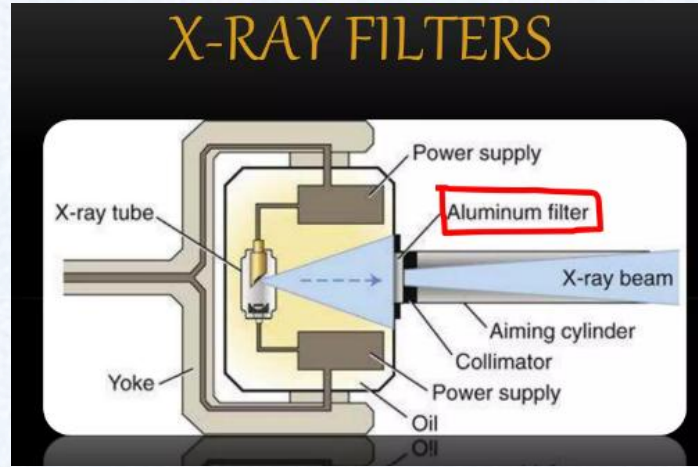
موضوع:

- لامپ اشعه ایکس
- کولیماتور
- گرید
- کمیت و کیفیت تشعشع
- فیلتر

اهداف: اهمیت موضوع و کاربرد محتوای درس:

نحوه ارزیابی: کوییز- امتحان- حضور و غیاب و فعالیت کلاس

بخش دوم: اجزاء دستگاه رادیولوژی صفحه 155



1- لامپ اشعه ایکس: (کاتد , آند)

2- ژنراتور ولتاژ بالا

3- میز کنترل

تولید پرتو X : توقف (ترمز) ناگهانی الکترونهاى پرتاب

محفظه لامپ: پیرکس (طول 20-30 cm)

قرار دادن الکترودهای لامپ اشعه در آن

خلا: در صورت وجود هوا برخورد الکترونها با آن باعث کاهش سرعت میشود

اتاقک حفاظتی: جلوگیری از عبور پرتوهای غیر مفید (تابش نشتی)

تابش نشتی: اسعه ایکی که از محفظه حفاظتی لامپ فرار میکنند و

در اطلاعات تشخیصی بیمار دخالتی ندارند

پنجره تابش: عبور پرتو مفید از پنجره تابش 5cm

کابل اتصال به زمین: (ایمنی الکتریکی)

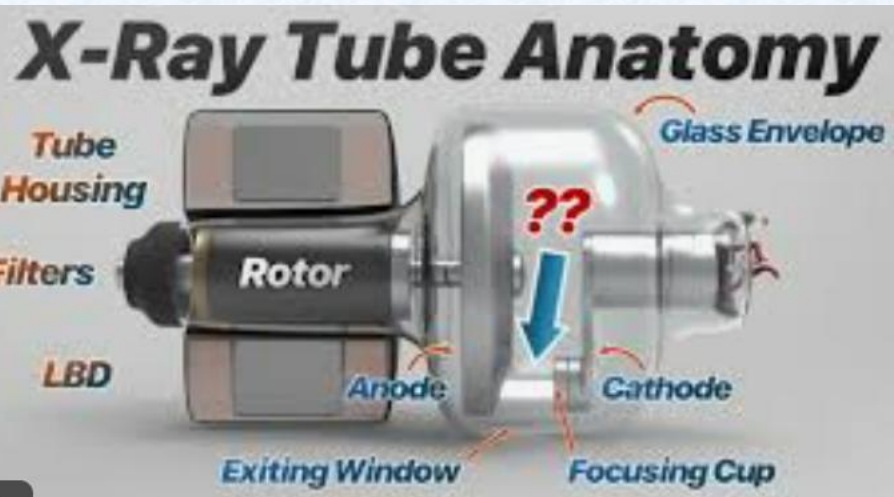
روغن: انتقال سریعتر حرارت وایمنی الکتریکی (لامپ مولد درون روغن)

کاتد : قطب منفی لامپ اشعه

دارای دو قسمت اساسی ؛ **فیلامان و فنجان متمرکز کننده**

کاتد : دارای بار منفی، تمرکز الکترونها روی سطح هدف فیلامان

کار کاتد: تاباندن باریکه ای از الکترونهاى پرتاب بر ماده ای فلزی بنام هدف



The main Components of an X-Ray imaging system cont..
3- Operating console (Control Uni

The operating console: allows the radiologist to **control the X-Ray tube current (mA) and voltage (kVp) and exposure time (S).**

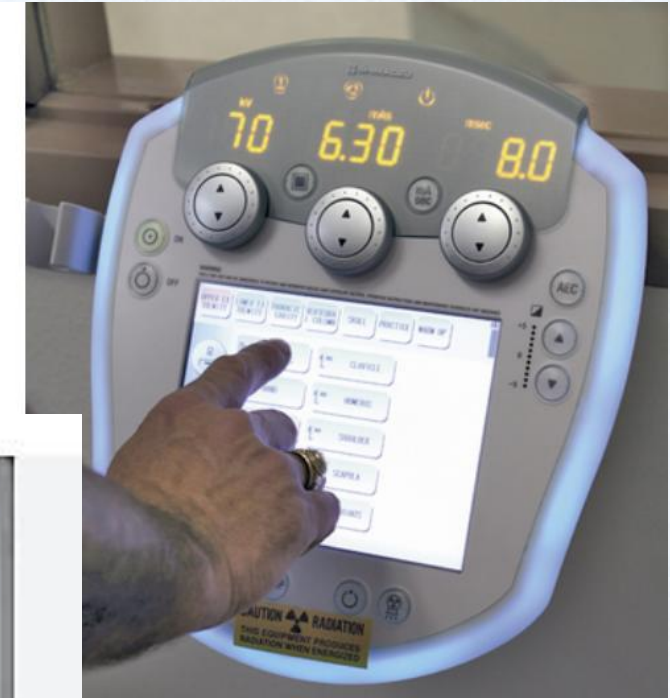
Controlling the useful X-Ray: beam of proper **quality and quantity**

Tube voltage (kVp): voltage between
determines the quality of X-Ray beam

mA: number of electrons between
determines the quantity of X-Ray beam

S: exposure time: the time that X-Ray machine is producing beam.

mAs: the production of current (mA) and exposure time (S)



فیلامان : منبع تولید الکترون در لامپ سیمی از جنس تنگستن به قطر 0.2 mm و درازی 1 cm

پدیده ترمیونیک Thermionic Emission:
آزاد شدن الکترونها بر اثر حرارت

لامپهای دو کانونه: شامل دو فیلامان

فیلامان کوچک: برای رادیوگرافی با شدت کم و زمان طولانی
(مثل رادیوگرافی استخوان) و یا زمانی که وضوح تصویر مد نظر باشد (مموگرافی)

فیلامان بزرگتر : جهت تابش با شدت زیاد و زمان کوتاه (مثل رادیوگرافی قلب)

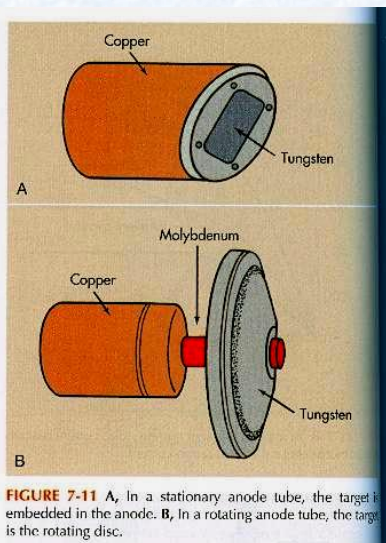
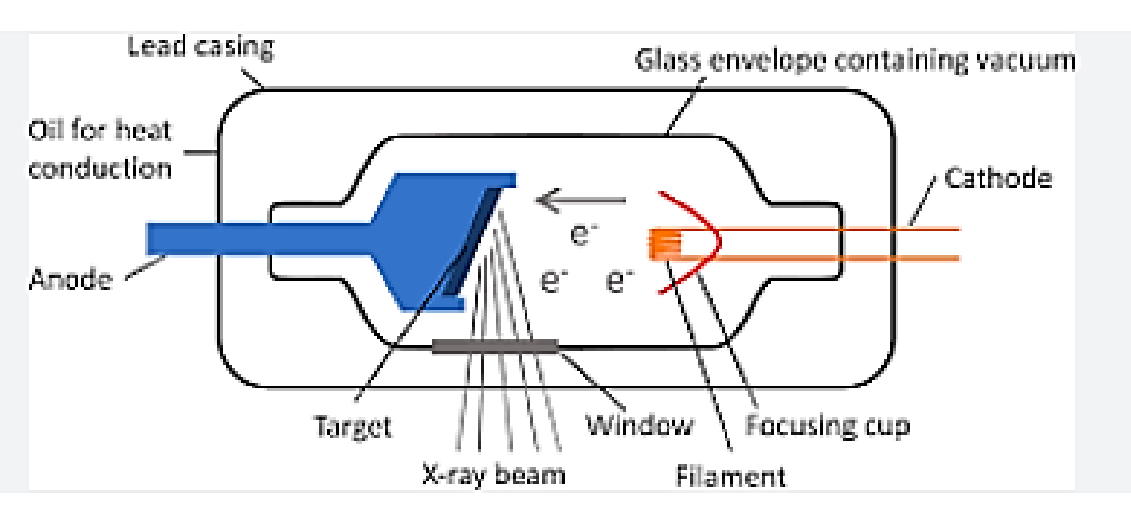
آند و انواع آن صفحه 157

آند: قطب مثبت لامپ را تشکیل میدهد و جنس از تنگستن

کار آند: دریافت الکترونها - هادی الکتریکی و حرارتی خوب و تکیه گاه برای هدف

آند ثابت: کاربرد در دستگاه های رادیوگرافی عمومی قدیمی تر،

دستگاه های رادیوگرافی دندان و پرتابل



Internal Components

The major components of the X-ray

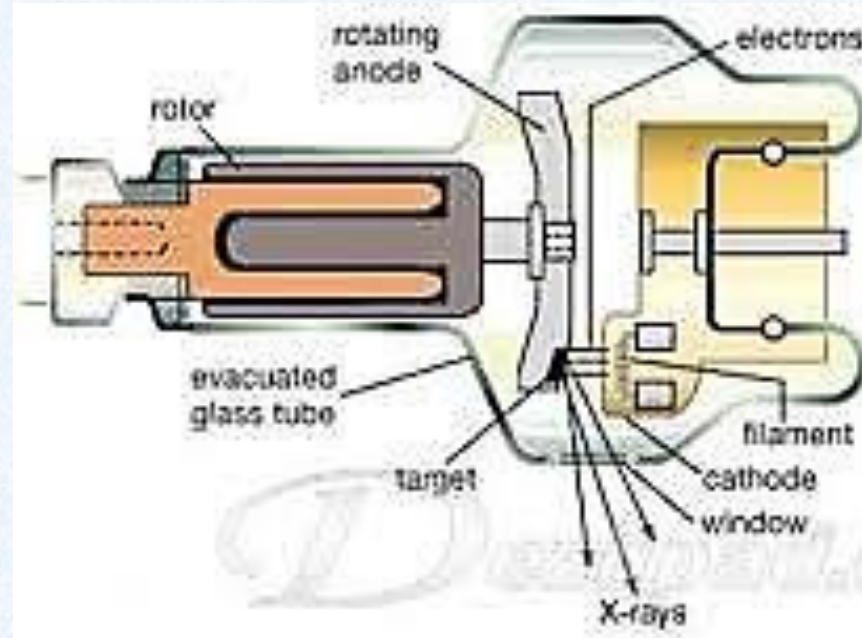
- **Glass Envelope (The Lamp)**
- **Cathode (electron source)**
- **Anode (acceleration potential)**
- **Target device (rotor/stator)**

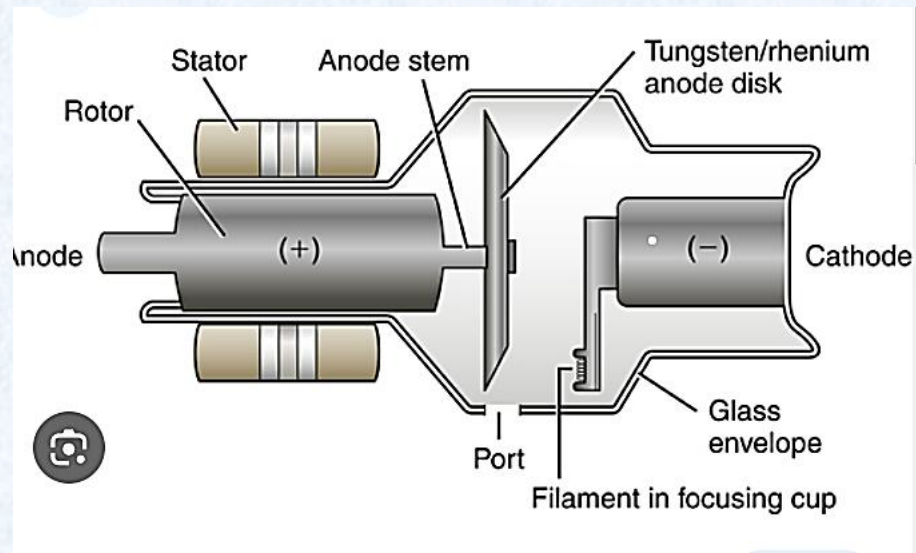
An X-ray tube is an electronic vacuum
X-ray tubes are designed with either a
glass or a metal envelope.

Tube containing two electrodes :

- 1- the **Cathode** (filament) and
- 2-the **Anode**

Cathode: The cathode is (the negative side of the x-ray tube)





آند دوار: سطح آند مستمراً در هنگام تولید اشعه دوران میکند،

سطح هدف آند دوار: حدود 1800 mm^2

در نتیجه ناحیه ای نزدیک به 500 برابر بزرگتر برای برای برخورد الکترونها در مقایسه با آند ثابت.

سرعت چرخش : (Revolution per minute) 3400 rmp دور در دقیقه
نتیجه:

➤ ایجاد جریان بالای لامپ و زمانهای تابش کوتاهتر

➤ پخش حرارت در سطح وسیعی

➤ جلوگیری از ذوب شدگی،

➤ گود شدگی و ترک برداشتن آند.

جنس هدف: تنگستن (درون آند مسی) یا آلیاژ: تنگستن + توریوم (1%-3%)

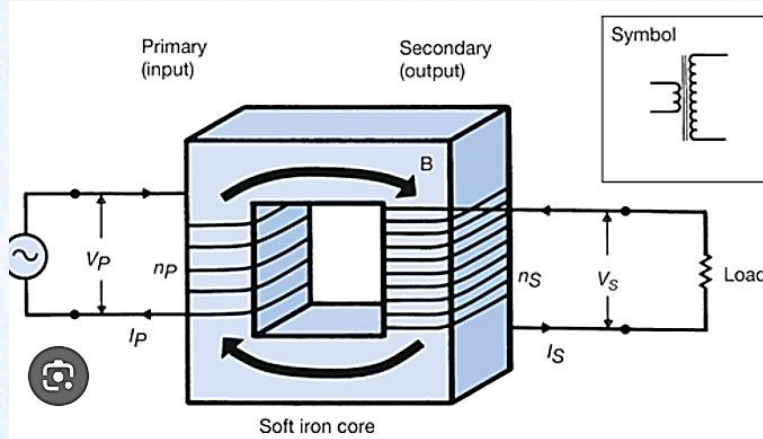
دلایل استفاده از تنگستن:

✓ عدد اتمی بزرگ: 74

✓ هدایت حراراتی: خوب

✓ نقطه ذوب بالا : 3380°C





ژنراتور اشعه ایکس صفحه 158

قسمتهای مهم ژنراتور اشعه ایکس:

1- ترانسفورماتور فشار قوی: : بکارگیری ترانسفورماتور افزایشده

ایجاد اختلاف پتانسیل (**KVp** : حداکثر 150 کیلو ولت) بین دو سر لامپ

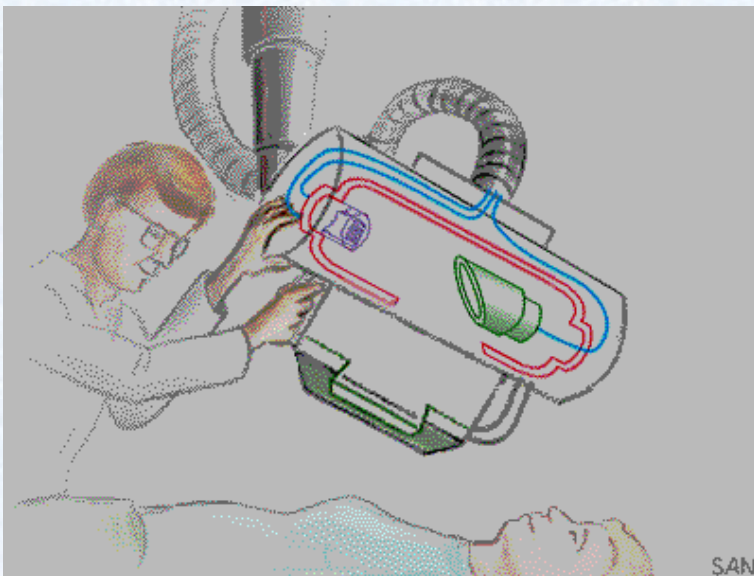
قانون $(N_p/N_s = V_p/V_s)$



2- ترانسفورماتور کاهنده: گرم کردن فیلامان

کنترل میلی آمپر **mA**: بکارگیری ترانس کاهنده

(آمپر 4 - 6) و (ولتاژ 10 – 20 V)



3- زمان سنج **S** (تایمر): تنظیم زمان کار دستگاه و قطع شدن کار

به طور خودکار.

وابستگی تعداد فوتونهاى ایکسی که به بیمار برخورد

میکند به جریان لامپ **mA** و زمانی که جریان در لامپ برقرار **S** است . **mAS**



میز کنترل: کنترل mA, kVp و S
خلاصه:

- ✓ ایجاد اختلاف پتانسیل موثر بین دو سر لامپ.
- ✓ تبدیل ولتاژ برق شهر به ولتاژ قوی.
- ✓ **مقدار ولتاژ** در رادیولوژی تشخیصی حداکثر **150 کیلو ولت**
- ✓ تبدیل جریان سینوسی به جریان DC (یکسو شده): توسط نیمه هادیها

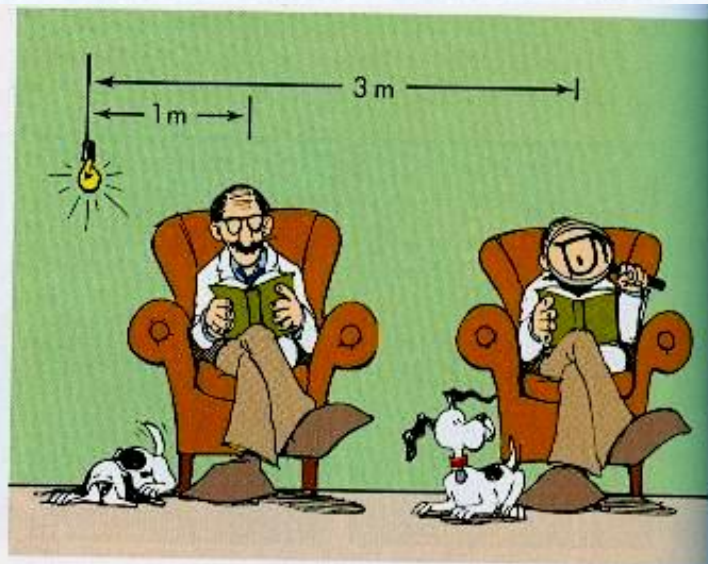


FIGURE 4-15 The inverse square law describes the relationship between radiation intensity and distance from the radiation source.

رادیوپاک : اجسامی که پرتو X را جذب (استخوان)

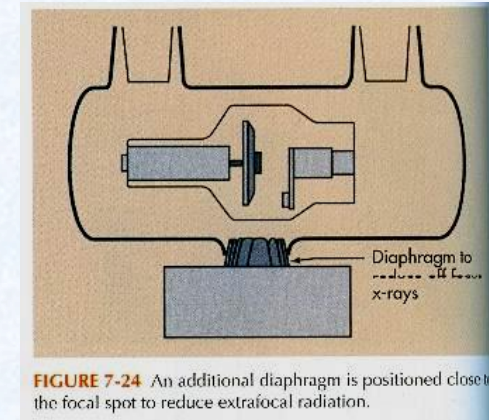
رادیولوسنت: پرتو X را نسبت کمی تقلیل می دهد (هوا, بافت نرم)

قانون عکس مجذور فاصله: با افزایش فاصله از منبع , شدت X کم میشود
 I_1 شدت در فاصله d_1

$$I_1/I_2 = d_2^2/d_1^2$$

The Anode

The anode: another internal component is the **positive** side of the tube .
it conducts electricity, radiate heat , and contains the target.



Target: The target is the **area of the anode struck by the electrons** form the cathode.

Protective Housing :It guards against **excessive radiation exposure and electric shock**.

Oil: 99% of Energy converted to heat and just 1% X-Rays.

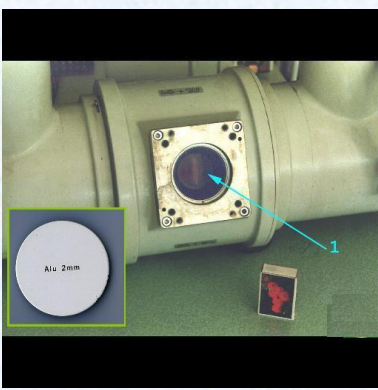
Oil acts as an insulator against electrical shock and helps dissipate heat away from the tube.

positive potential (kVp): anode is maintained at a positive potential difference ΔV

To accelerate electrons from cathode to anode (**from 30 kV to 150 kV**)

Electrons are therefore accelerated towards the anode: $\frac{1}{2}mV^2 = W=E = q \cdot \Delta V$

کولیماتور (محدود کننده ها - دیافراگم) صفحه 159



کولیماتورها: تنظیم اندازه و شکل میدان اشعه، تیغه های سریبی، میدان اشعه را تنظیم میکند.

کار محدود کننده ها: تنظیم اندازه و شکل میدان اشعه در رادیولوژی تهیه یک گرافی از یک ناحیه محدود مورد نظر است

کاربرد: حفاظت بیمار در مقابل تشعشعات غیر ضروری

محل نصب: وسیله ای که به دهانه حفاظ لامپ متصل میشود

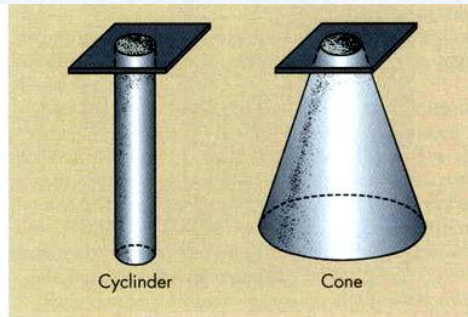


FIGURE 17-13 Radiographic cones and cylinders produce restricted useful x-ray beams of circular shape.

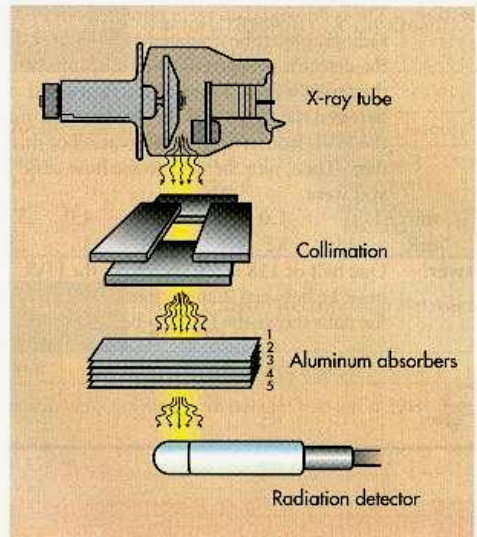


FIGURE 9-2 Typical experimental arrangement for determination of half-value layer.

سه گروه محدود کننده ها:

1- سوراخ- شکاف دیافراگم

2- مخروطی ها و استوانه ها

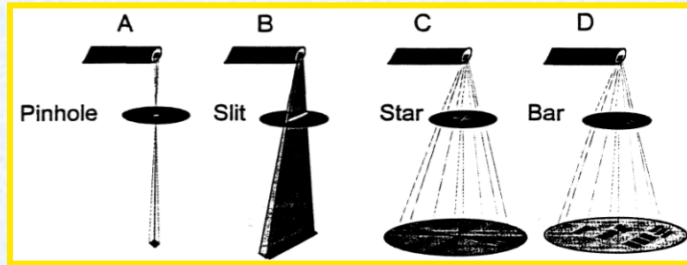
3- کولیماتور

کولیماتور:

بهترین نوع محدود کننده کولیماتور است:

مزیت: 1- تهیه انواع نامحدود از میدانهای

2 - نشان دادن میدان اشعه توسط یک دسته نور.



شاترها: کولیماتور دارای دو سری شاتر S1 و S2 میباشد

که کنترل ابعاد دسته اشعه توسط آنها صورت میگیرد.

کولیماتور الکتریکی: حرکت شاترها توسط موتور الکتریکی

وجود دسته اشعه نورانی: قرار دادن یک لامپ در داخل کولیماتور

1- تنظیم میدان اشعه توسط لامپ

2- مشخص نمودن تمرکز میدان اشعه

Collimator System



Beam – Restricting Devices

The primary **purposes** of Beam – Restricting Devices are:

- 1) **Under no circumstances** should the x-ray beam **exceed the size of the image receptor**.
- 2) **Controlling and minimizing scatter radiation** by limiting the X-ray field size to only the anatomic structure of interest.

The **three types** of beam-restricting devices are :

- 1) Diaphragm
- 2) Cone , Cylinder
- 3) Collimators

Cone and Cylinder

Object: Reducing patient dose and improving Contrast Resolution

By restricting the volume of tissue irradiated.

Radiographic extension **Cones and Cylinder:**
are considered modification of aperture diaphragm

difficulty with using Cone: **is alignment.**

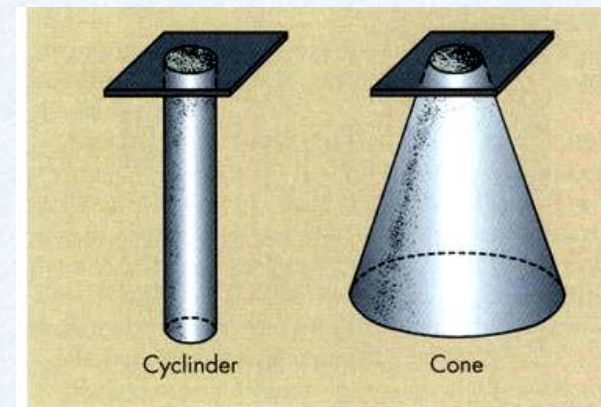
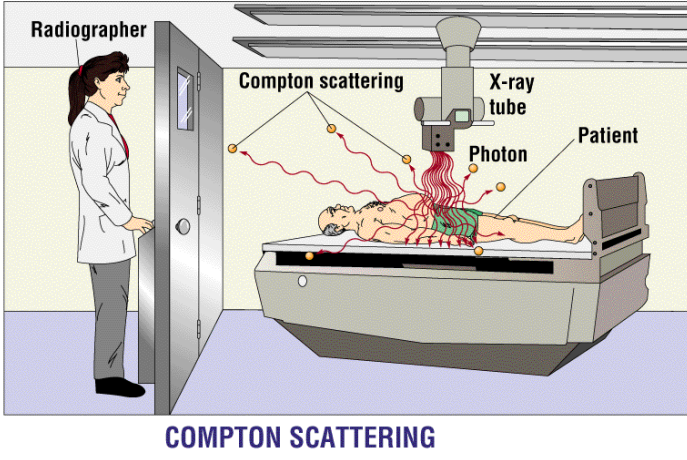


FIGURE 17-13 Radiographic cones and cylinders produce restricted useful x-ray beams of circular shape.



پرتوهای پراکنده (اسکتر):

اثر پرتوهای منحرف شده پس از برخورد به بافت ← زیان آور
و باعث مه آلودگی فیلم ← کاهش کنتراست

منبع پرتوهای پراکنده: پراکندگی همدوس و کمپتون .

مشخصه پرتوهای پراکنده: فوتونها با راستای کج
(بدون اطلاعات تصویری- فوتونهای درد سرزا)



گرید (شبكة) صفحه 160

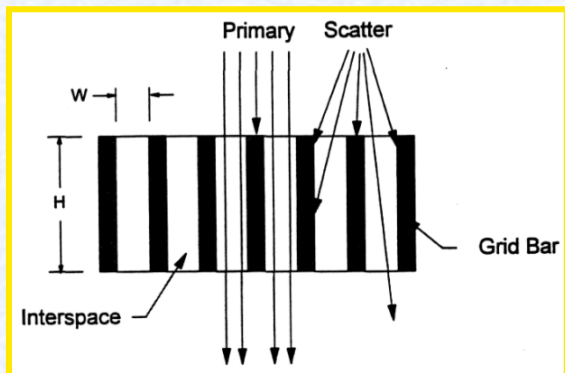
کار گرید: حذف پرتوهای پراکنده ایجاد شده در بافت؛ بیش از آنکه به فیلم برسند
محل گرید: بین بیمار و کاست

ساختمان گرید: تشکیل شده از یک سری نوارهای سربی موازی هم
با فاصله های دقیق و ماده فضاگیر

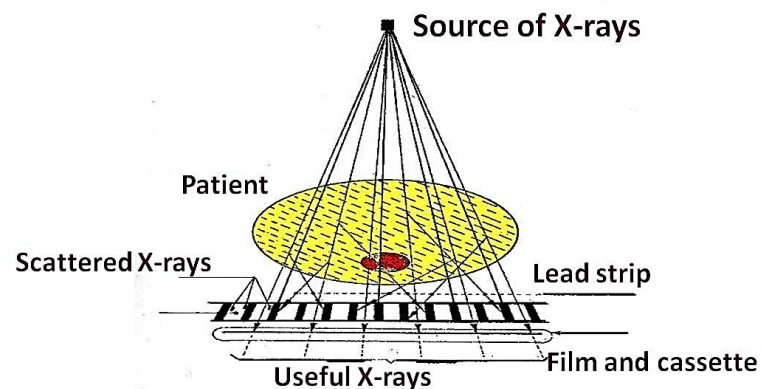
تیغه های سربی: جذب کننده پرتوهای پراکنده هستند (مانند سرب یا تنگستن)

ماده فضاگیر: نگهدارنده نوارهای فلزی و عبور پرتوهای اولیه

جنس ماده فضاگیر: آلومینیوم یا پلاستیک



Anti-scatter grid (II)



Movahedi

22

شبکه (گرید):

❑ ایرادات گرید :

- ❑ از آنجا که استفاده از شبکه مستلزم افزایش شرایط فنی اکسپوز است
- ❑ پس استفاده از آن موجب افزایش تابش گیری می شود
- یعنی مقداری از پرتو های اولیه بطور ناخواسته توسط گرید حذف میشود و مجبور هستیم برای جبران mA و یا زمان تابش را افزایش دهیم

توصیه برای استفاده از گرید:

- ❑ استفاده از شبکه معمولاً در مواقعی است که ضخامت اندام زیاد باشد (10 cm – 30 cm) .
- ❑ در حین فلوروسکوپی از شبکه استفاده نشود
- ❑ چون باعث افزایش دوز بیمار میشود که این دوز بستگی به نسبت شبکه دارد

❑ نتیجه: استفاده از شبکه باعث افزایش کیفیت تصویر (کنتراست بهتر) میگردد

عوامل موثر در جذب پرتو های پراکنده : جنس گرید؛ ستبری، بلندی و فاصله میان تیغه های گرید

نسبت شبکه: یکی از مهمترین ویژگیهای شبکه: نسبت ارتفاع نوارهای سربی به فاصله نوارها.

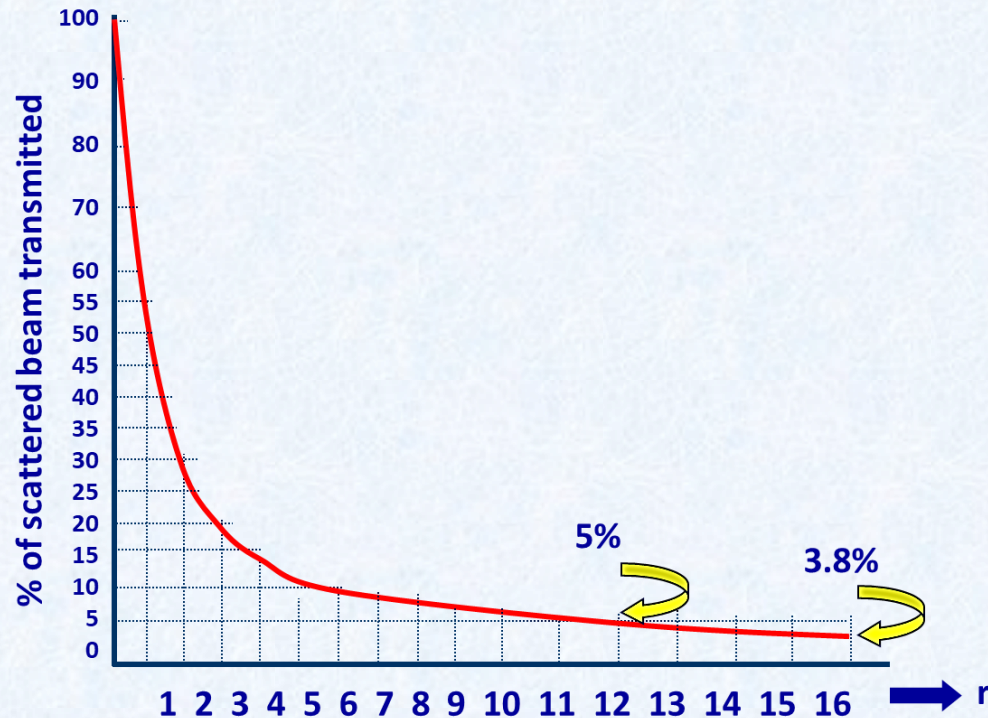
$$r = h/D$$

h: ارتفاع تیغه های سربی

D : فاصله بین تیغه های سربی

r:نسبت گرید $r = h/D$

هرچه نسبت گرید بزرگتر ← کارایی گرید بیشتر در جذب پرتوهای پراکنده
مثل 1 به 16



Movahedi

14

کمیت و کیفیت صفحه 161

جریان لامپ mA: تعداد الکترونهايي که از فيلامان به سمت هدف (آند) حرکت میکند .
واحد آن میلی امپر.

mAs: حاصل ضرب جریان mA و زمان S، تعیین کننده مقدار اشعه اثر kVp، فیلتر، اثر mA
جریان فيلامان: تغییر کوچک در جریان فيلامان در نتیجه تغییر بزرگ در
جریان لامپ

شدت دسته پرتو X

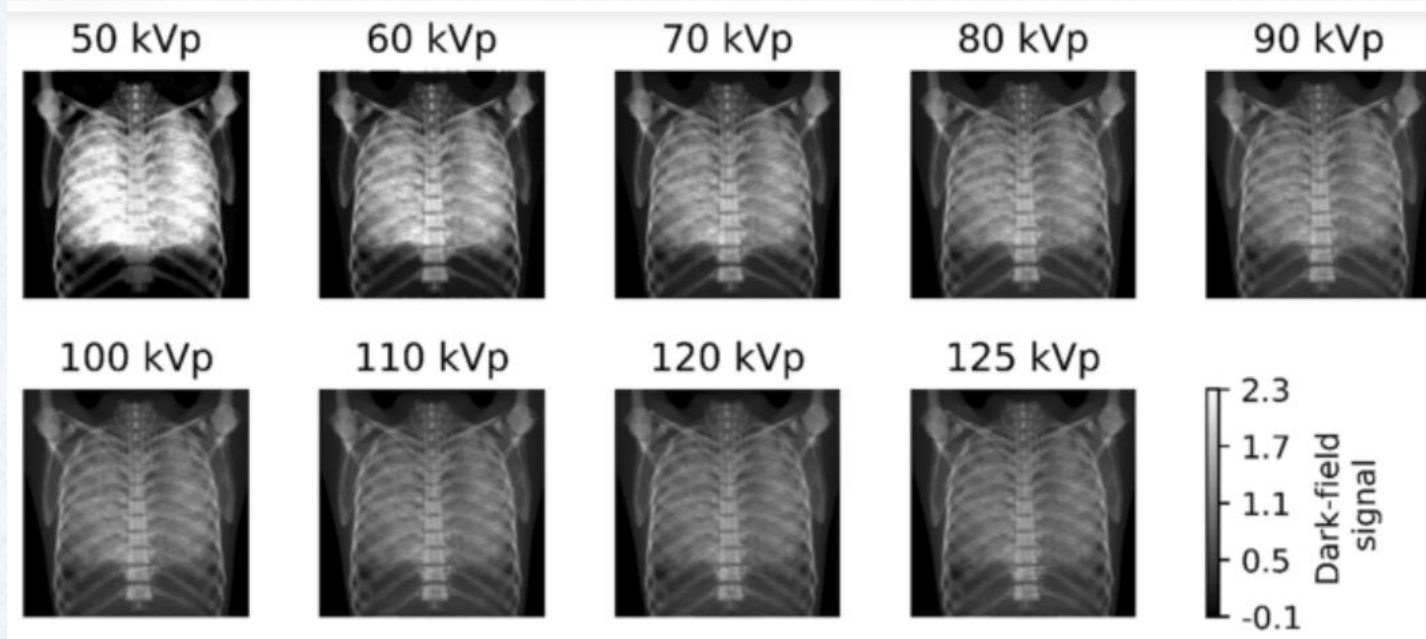
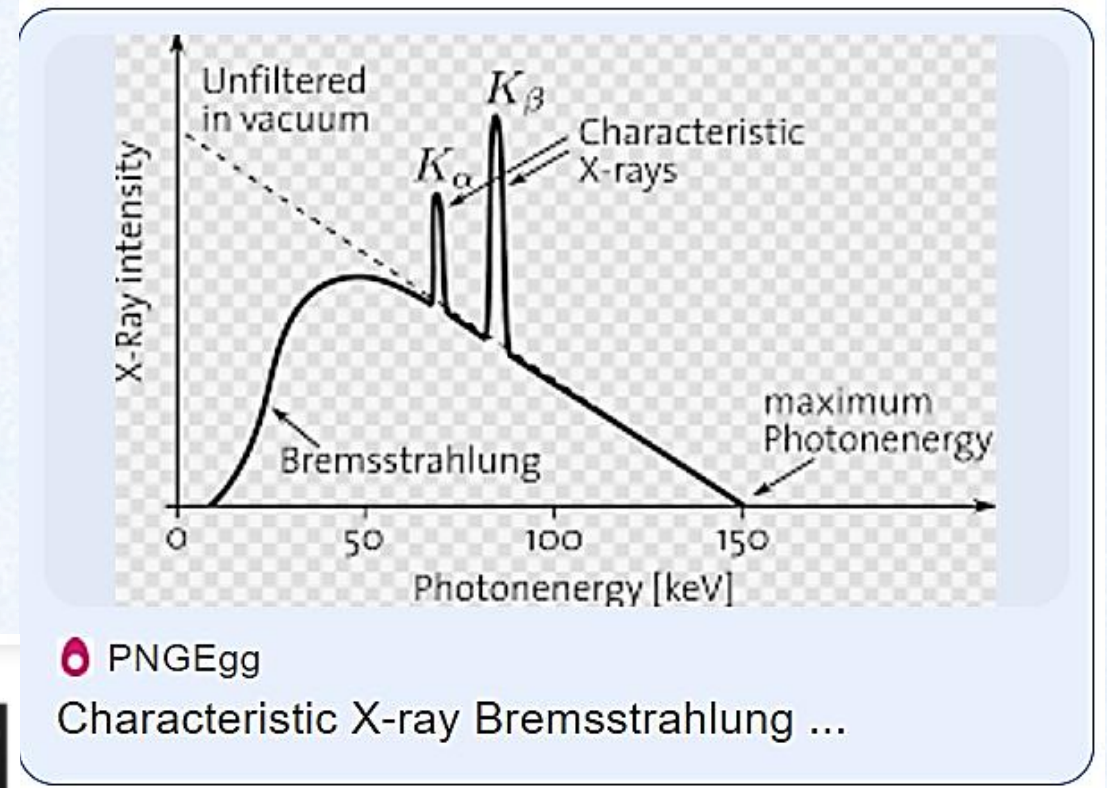
شدت دسته پرتو X : حاصل ضرب تعداد فوتونها موجود در دسته پرتو در انرژی هرکدام از فوتون ها
واحد: رونتگن در دقیقه (R/min)

عوامل موثر در شدت دسته پرتو X

- 1- جنس ماده هدف
- 2- kVp
- 3- mA
- 4- فیلتر اسیون
- 5- نوع منبع ولتاژ
- 6- فاصله تیوپ تا گیرنده تصویر
- 7- زمان تابش

Factors Affecting the x-ray emission spectrum

1. Target material (Z)
2. Tube voltage (kVp)
3. Tube current (mA), Time (S) = mAs
4. Added filtration,
5. Voltage waveform
6. Tube Distance - tissue (d)
7. Exposure Time



ic X-ray Spectrum

1- تاثیر جنس ماده هدف (عدد اتمی ماده هدف)

(الف) تاثیر جنس ماده هدف بر اشعه x عمومی: تا حدودی کیفیت و کمیت اشعه x را تعیین میکند.

افزایش عدد اتمی هدف ← بازده تولید اشعه عمومی افزایش

مثال: در شرایط برابر بازده تنگستن با عدد اتمی ($Z=74$) بیشتر از مس ($Z=29$) است.

(ب) تاثیر جنس ماده هدف بر اشعه x اختصاصی: عدد اتمی ماده هدف انرژی یا کیفیت

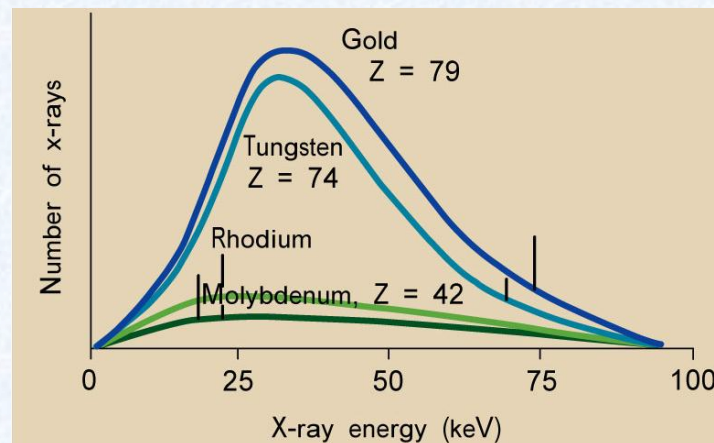
اشعه ایکس اختصاصی را تعیین میکند.

یادآوری: فقط اشعه ایکس اختصاصی تولیدی از مدار **K** و **L** در رادیولوژی تشخیصی کاربرد دارد.

مثال: هدفهایی از جنس مولیبدیم در ماموگرافی:

مولیبدیم دارای عدد اتمی پایین ← انرژی در حدود (17.9 - 19.5 keV)

در نتیجه اهمیت اشعه اختصاصی افزایش مییابد و تولید اشعه ایکس ضعیف می کند.



Movahedi

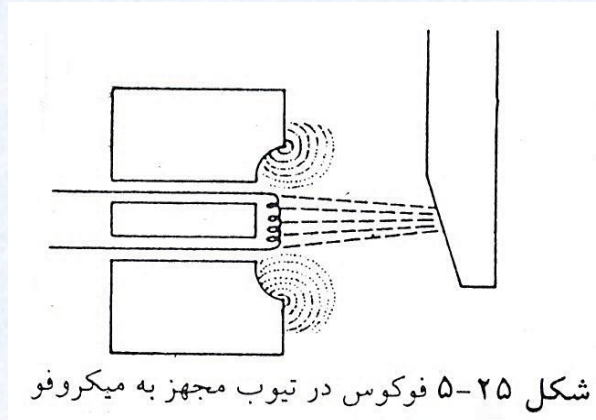
تاثیر جنس ماده هدف بر طیف:

با عدد اتمی بالاتر طیف اختصاص به سمت راست شیفست پیدا می کند.

2- ولتاژ (kVp) اعمال شده به دو سر تیوپ

الف) تعیین کننده کیفیت: یعنی حداکثر انرژی (کیفیت) اشعه تولیدی را مشخص میکند

ب) تعیین کننده کمیت: kVp بالاتر کمیت اشعه (تعداد الکترون) را افزایش چرا؟؟



با افزایش kVp : اختلاف پتانسیل بین کاتد و آند افزایش مییابد.

1- پس تعداد الکترون های کاتدی بیشتری به سمت آند شتاب میگیرند و

احتمال تولید فوتونهای ایکس افزایش می یابد (افزایش کمیت = تعداد فوتون)

2- از طرفی چون الکترون های کاتدی انرژی شان بیشتر شده

قدرت نفوذ آنها به درون آند افزایش می یابد

در نتیجه انرژی فوتون ها هم بیشتر خواهد شد (افزایش کیفیت = انرژی فوتون ها)

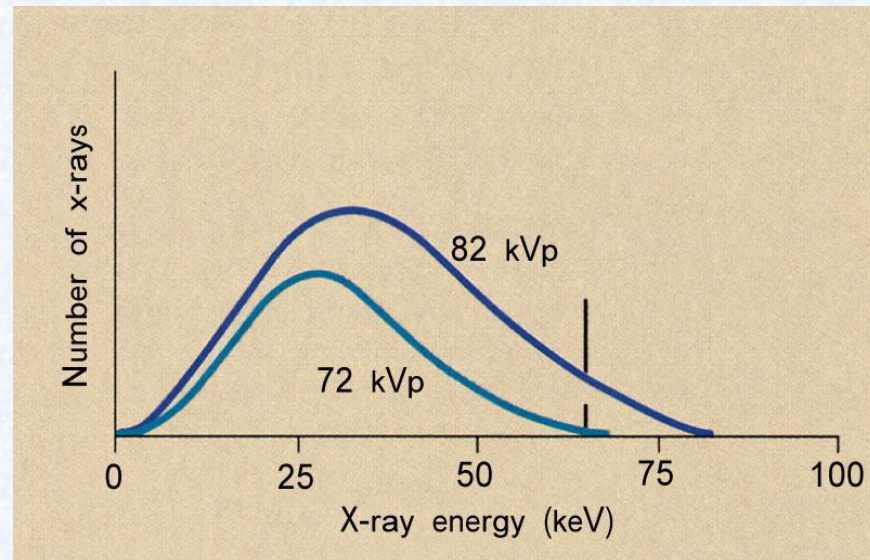
نتیجه : افزایش شدت اشعه متناسب با $(kVp)^2$

تاثیر بر طیف : با افزایش kVp :

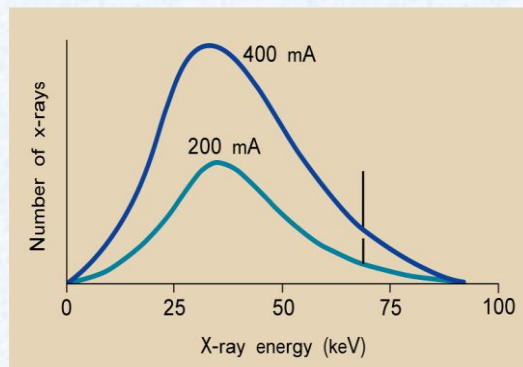
➤ دامنه طیف برمز اشترولیگ (محور عمودی) افزایش می یابد

➤ طیف به سمت انرژیهای بالا حرکت میکند (محور افق)

➤ مساحت زیر گراف به نسبت تغییرات kVp^2 افزایش می یابد.

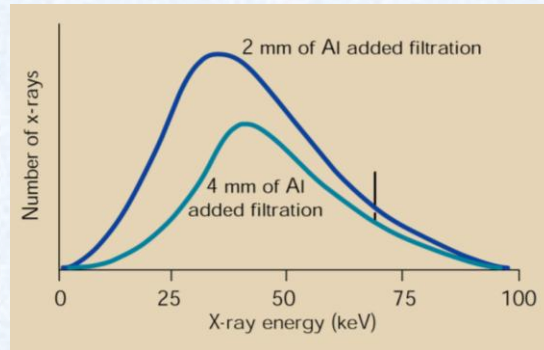


3- جریان لامپ (mA)



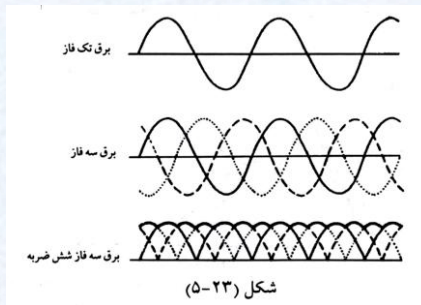
جریان لامپ (mA) : با افزایش جریان لامپ ،
تعداد فوتون ها افزایش می یابد (افزایش کمیت)

4 - فیلتر اسیون:



کاربرد فیلتر: حفاظت از بیمار با کاهش فوتون های کم انرژی
اثر فیلتر : هر چند تعداد فوتونها (کمیت) کاهش مییابد
اما باعث افزایش میانگین انرژی پرتوها می گردد.

5- نوع منبع ولتاژ



منبع ولتاژ ایده ال: باید کمترین نوسان داشته باشد یعنی kVp تا
حد ممکن ثابت باشد.

بهترین منبع : جریان الکترون ها فقط از سمت کاتد به سمت آنود باشد .

مثل یک جریان مستقیم DC

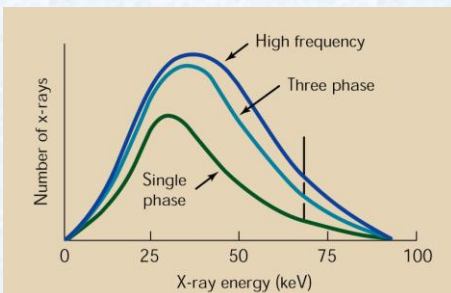
یکسوکننده: ابزار الکترونیکی که جریان متناوب را در یک سو

هدایت میکنند. بکار گیری نیمه هادی ها

در میان جریان های سینوسی : سه فاز از همه بهتر است چون نوسان

کمتری دارد . (توجه: موج سینوسی تک فاز دارای نوسان زیاد است)

نوسان یعنی چه؟؟؟



6- فاصله تیوپ تا گیرنده تصویر:

افزایش فاصله باعث کاهش کیمت می شود , نقشی در کیفیت اشعه ندارد.

قانون عکس مجذور فاصله: با افزایش فاصله از منبع , شدت X کم میشود I_1 شدت در فاصله d_1

$$I_1/I_2 = d_2^2/d_1^2$$

7- زمان تابش:

با افزایش زمان تابش (S): تعداد فوتونها (کمیت) افزایش میابد.

با افزایش	تأثیر بر کمیت اشعه	تأثیر بر اکسپوژر گیرنده تصویر
mAS :	افزایش متناسب	افزایش
kVp :	افزایش به نسبت $(kVp_2/kVp_1)^2$	افزایش به نسبت $(kVp_2/kVp_1)^5$
فاصله :	کاهش به نسبت $(d_1/d_2)^2$	کاهش به نسبت $(d_1/d_2)^2$
فیلتراسیون :	کاهش	کاهش

TABLE 8-1**Factors That Affect X-ray Quantity and Image Receptor Exposure**

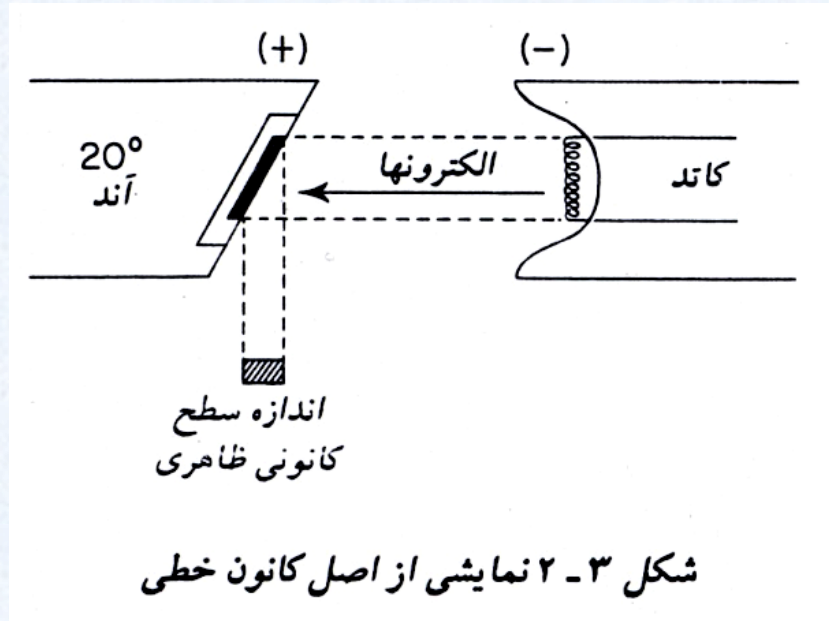
The Effect of Increasing	X-ray Quantity Is	Image Receptor Exposure Is
mAs	Increased proportionately	Increased
kVp	Increased by $\left(\frac{kVp_2}{kVp_1}\right)^2$	Increased by $\left(\frac{kVp_2}{kVp_1}\right)^5$
Distance	Reduced by $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$	Reduced by $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$
Filtration	Reduced	Reduced

kVp, kilovolt peak; *mAs*, milliamperere seconds.

TABLE 8-2**Factors That Affect X-ray Quality and Quantity**

An Increase in	EFFECT ON	
	X-ray Quality	X-ray Quantity
mAs	None	Increased
kVp	Increased	Increased
Distance	None	Reduced
Filtration	Increased	Reduced

اثر زاویه دار کردن آند صفحه 162



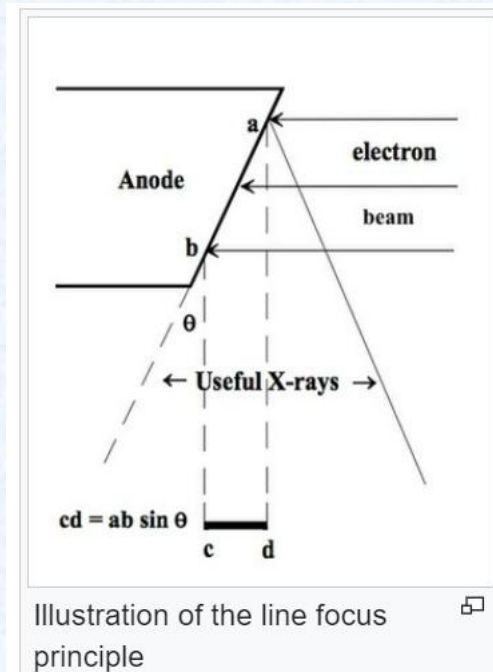
نقطه کانونی : بهبود کیفیت تصاویر نیاز به یک منبع تشعشع (نقطه کانونی) کوچک می باشد.

کوچکتر شدن نقطه کانونی: افزایش حرارت ایجاد شده در هدف نیز روی ناحیه کوچکی متمرکز میشود در نتیجه باعث خرابی لامپ می گردد.

زاویه دار کردن هدف (15 تا 20 درجه): سطح موثر هدف بسیار کوچکتر از سطح حقیقی برخورد الکترونها میشود
نتیجه : لکه کانونی کوچکتر باعث وضوح بهتر تصویر

قانون کانون خطی:

سطح کانونی واقعی به نقطه ای از هدف تنگستنی (اند) گفته میشود که بوسیله الکترونها کاتد بمباران میشود (این سطح بزرگ است).
سطح کانونی ظاهری = ناحیه ای از هدف که پرتو X از آن تابش میشود
نقطه کانونی : کوچک (0.3 - 3 mm)



High anode heating with Small effective focal spot

واقعی

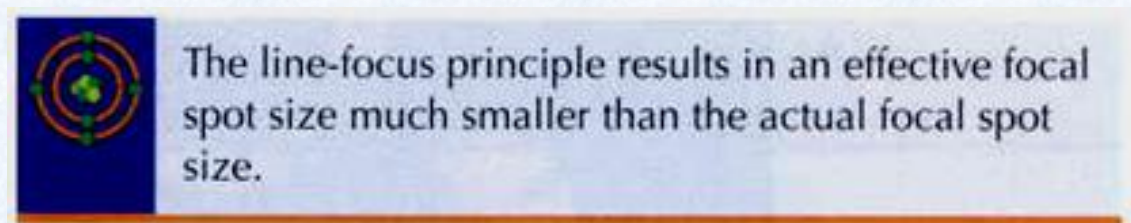
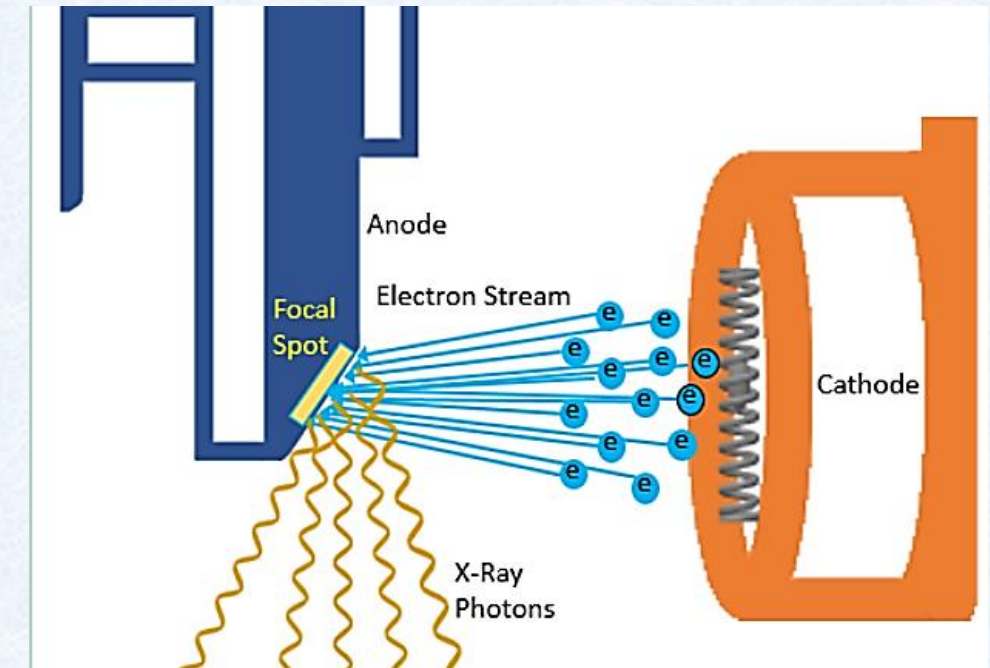
Actual Focal Spot Size The focal spot size is the anode area that is hit by the electrons

Radiology requires **Small focal spots (better resolution)**

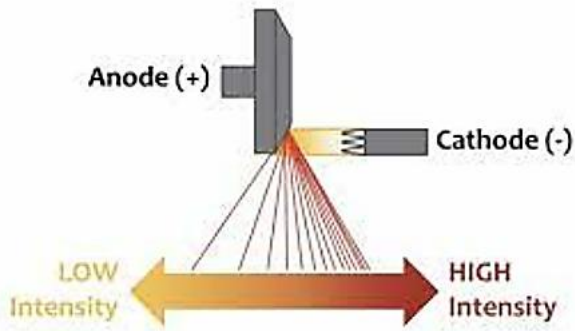
but **heating** is concentrated onto a **smaller area**

Effective focal spot: ظاهری

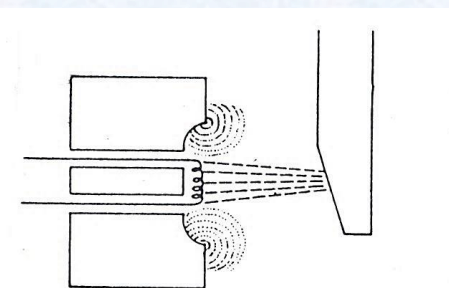
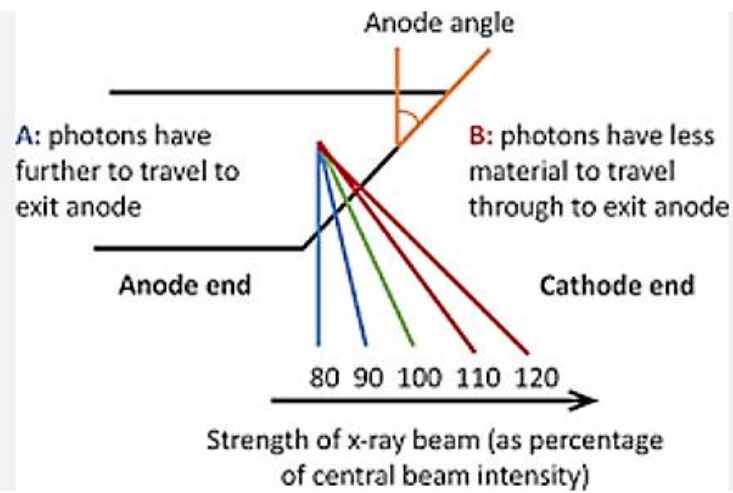
Line-focus principle. the focal spot is the area of the target from which **X ray** are emitted



اثر پاشنه آند، صفحه 163



Anode Heel Effect (X-Ray Tube) | X ray



شکل ۲۵-۵ فوکوس در تیوب مجهز به میکروفو

اثر پاشنه: شدت پرتوها در سمت کاتد بیشتر از آند است

(بخاطر افزایش جذب، شدت پرتوهای X که در سمت آند نفوذ میکند کمتر از کاتد (ناخن))

هر چه زاویه آند کوچکتر می شود، اثر پاشنه بیشتر میشود

راه حل 1: قرار دادن **فیلتر** مخصوص در پنجره خروجی باریکه اشعه از لامپ،

ضخامت فیلتر باید در سمت کاتد بیشتر باشد

راه حل 2: قرار دادن قسمت های **ضخیم تر** بدن بیمار به سمت کاتد

رادیوگرافی ریه، کاتد سمت پایین بیمار

هر چه نقطه کانونی کاهش یابد اثر پاشنه افزایش

فضای بار (ابر الکتریکی Space charge): ایجاد ابر الکترونی

در اطراف فیلامان

حرکت الکترونها بستگی به اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد (kVp)

دارد.

با افزایش (kVp): عداد بیشتری الکترون به سمت آند شتاب میگیرند

و ابر الکترونی کاهش می یابد.

Heel effect

Consequence of line focus Principe : through angling of the target the radiation intensity on the cathode side of the X-Ray field **is higher than** that on the **anode side**.

The Reason for Higer Intensity: x-rays beam emitted **toward the anode side** must **traverse a greater thickness** of target material .

Cathode direction (Figure).

The intensity of x-rays that are emitted through the **“heel” of the target** is reduced because **they have a longer path through the target** and therefore increased absorption.

Positioning the cathode side: over the thicker part of the anatomy provides more uniform optical density on the film.

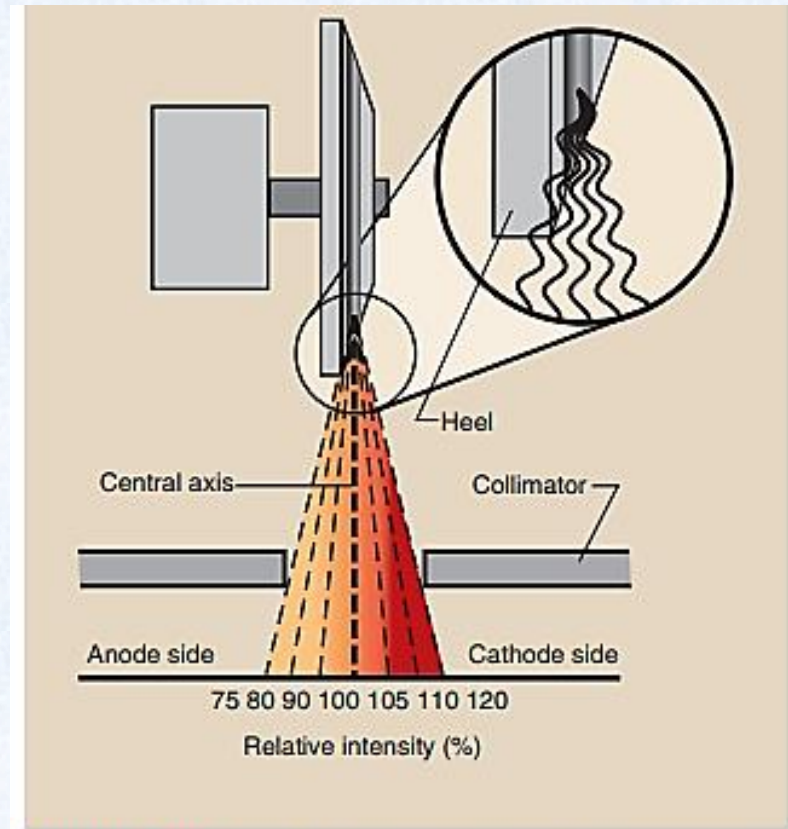


FIGURE 6-20 The heel effect results in reduced x-ray intensity on the anode side of the useful beam caused by absorption in the “heel” of the target.

سرپوش کانونی :Focusing cup

سرپوش کانونی: تمرکز الکترونها به سمت هدف،

جهت جلوگیری از پراکندگی الکترونها ترمیونیکی

در نتیجه: بدست آوردن لکه کانونی کوچک و بهبود تصویر

بار منفی سرپوش کانونی: کانونی شدن جریان الکترونها و
تمرکز شعاع الکترونی بر روی اند

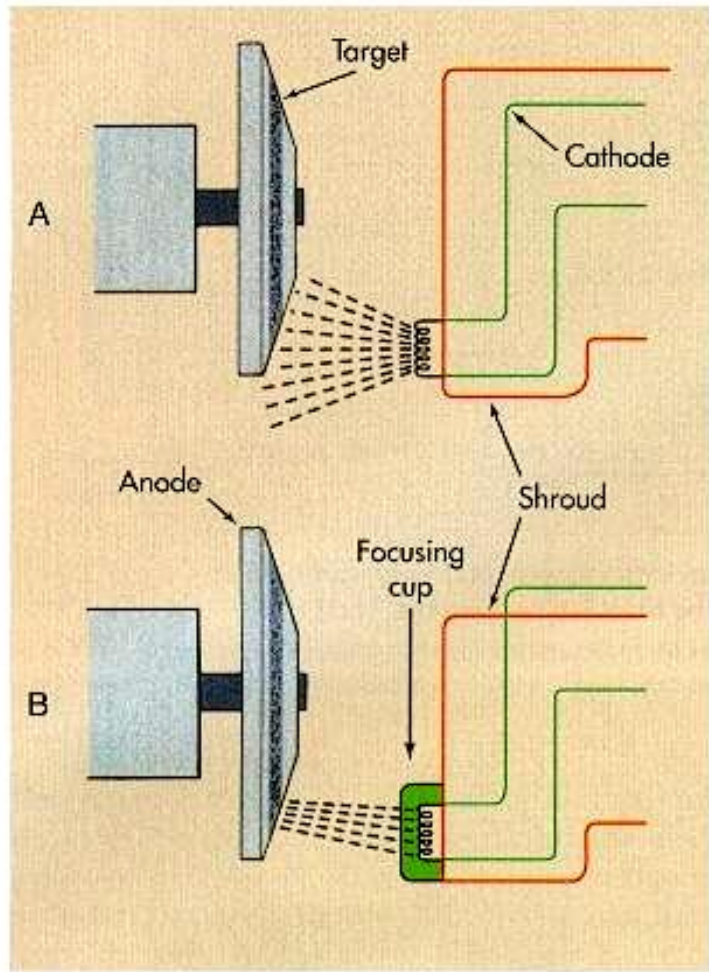


FIGURE 7-6 A, Without a focusing cup, the electron beam is spread beyond the anode because of mutual electrostatic repulsion among the electrons. B, With a focusing cup that is negatively charged, the electron beam is condensed and directed to the target.

Line – focus Principle: through angling of the target

The effective area of the target: is made much smaller than the actual area of electron interaction.

The anode angle : is defined as the angle of the target surface to the central axis of the X-ray tube.

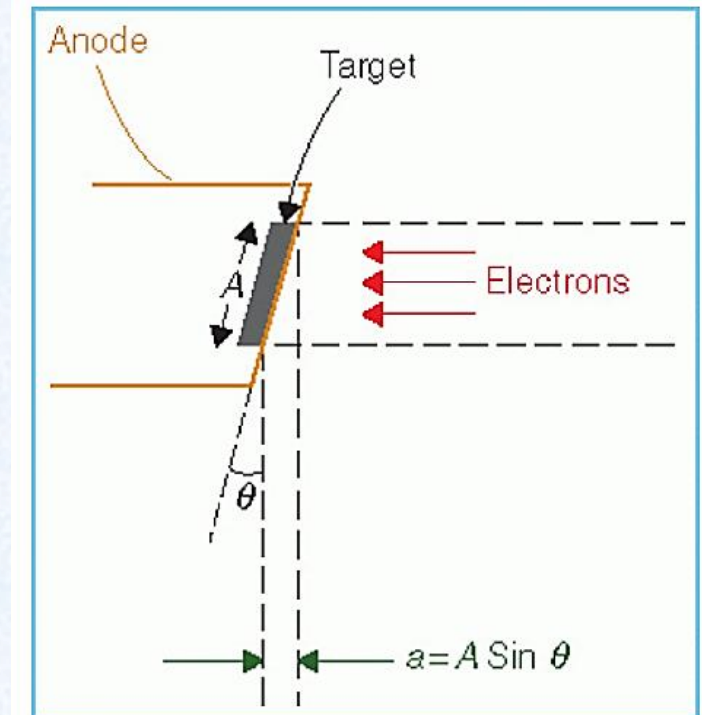
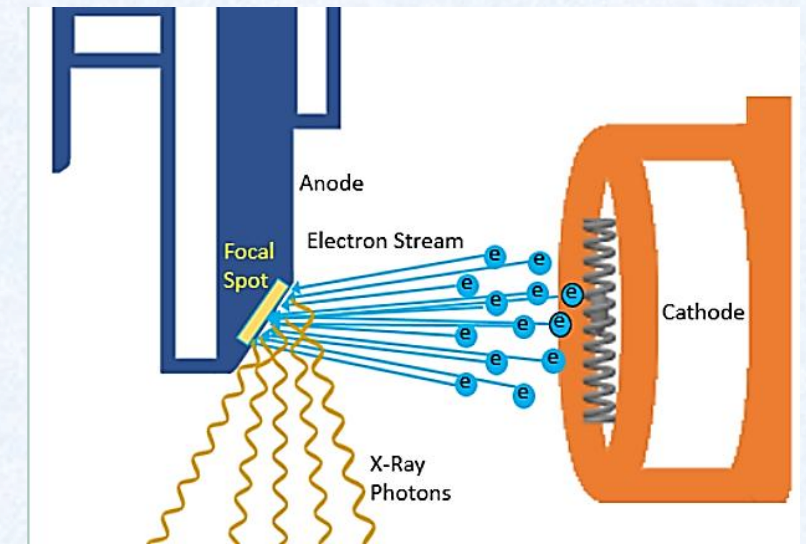
Target Angle : When the target angle is made Smaller , the effective focal spot size is also made smaller

The anode angle q : determines the effective focal spot size:

effective focal length = focal length $\cdot \sin q$

The angle q : also determines the X-ray field size coverage.

The size of Target angles: x-ray tubes have target angles that vary from approximately 5 to 20 degrees.



تأثیر فیلتر (صافی) اضافی صفحه 164

تفاوت زیاد انرژی فوتونها : بین حداکثر و حداقل در تیوپ فوتونهای کم انرژی جذب پوست شده و خطر ناک هستند

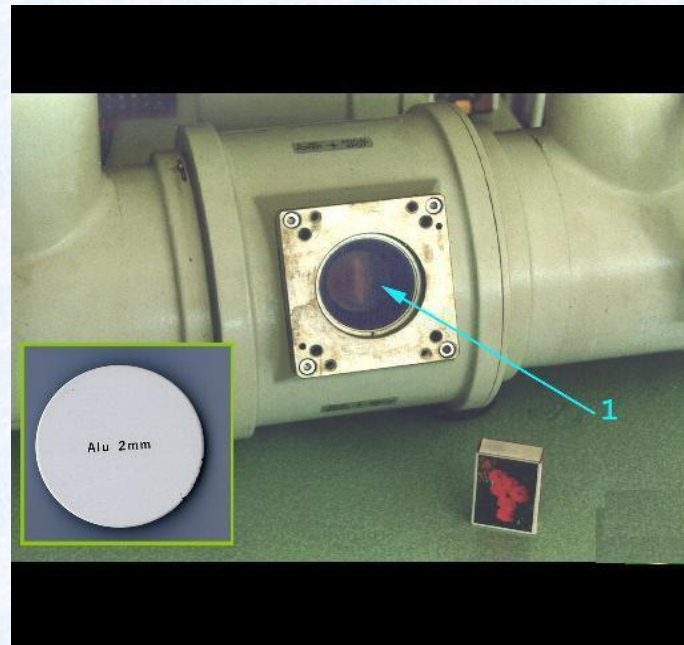
کار فیلتر: کاهش بخشی از تشعشعات کم انرژی

سه سطح مختلف فیلتر :

1- فیلتراسیون ذاتی

2 - فیلتراسیون اضافی

3- بیمار



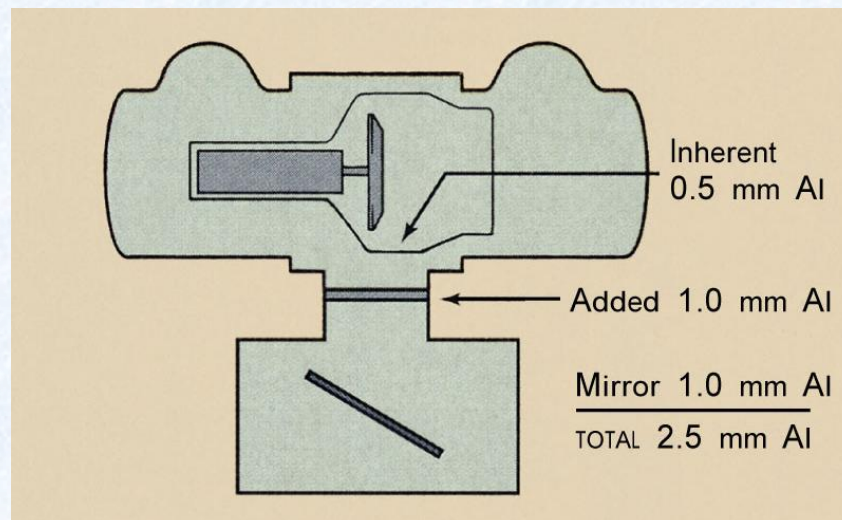
۱- فیلتراسیون ذاتی: نتیجه حذف اشعه در حین عبور از لامپ و حفاظت آن

مواد جاذب در فیلتراسیون ذاتی:

☐ محفظه شیشه ای

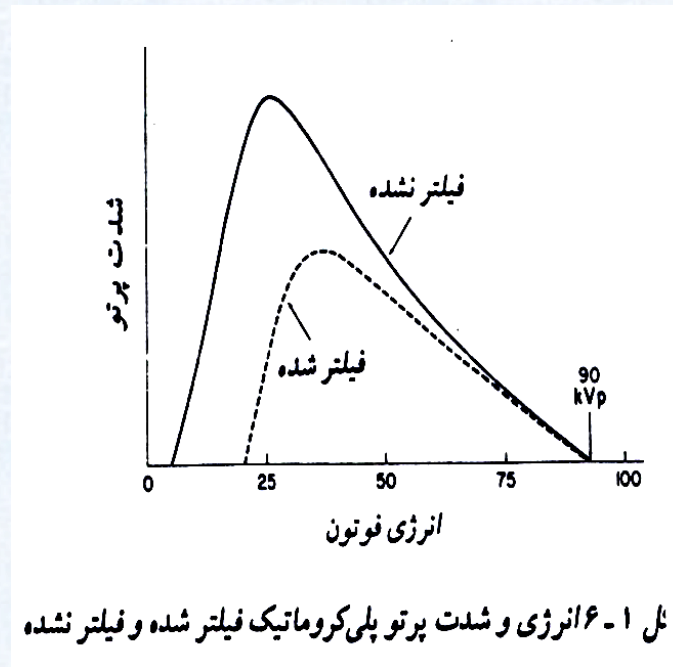
☐ عایق روغنی اطراف لامپ

☐ پنجره حفاظ لامپ



فیلتر اضافی: قرار دادن فلز در داخل محفظه لامپ اشعه محل قرار گیری فیلتر: جلو لامپ

تأثیر فیلتر



✓ افزایش انرژی متوسط پرتوها

✓ در نتیجه باعث کاهش اثر فتوالکتریک و کاهش کنتراست تصویر

عیب بزرگ صافی: کاهش شدت پرتوهای اولیه است

برای جبران کاهش شدت پرتوها باید: عوامل تابش را (mA) را زیاد

کنیم که در اینصورت دز جذبی بیمار افزایش میابد.

مثال از کارایی خوب صافی: تابش ورودی پوست برای تصویربرداری از یک لگن

با شرایط 85kVp، بدون استفاده از صافی 1225 mR است .

با اضافه کردن 3 mm آلومینیوم ، شدت جذب پوست تا 77 درصد کاهش (یعنی به 287 mR)

فیلتر مرکب: شامل دو یا چند لایه از فلزات مختلف (مثال Cu + AL)

در فیلتر مرکب : ماده با عدد اتمی بالا بطرف لامپ مثل Cu

و ماده با عدد اتمی پایین بطرف بیمار مثل AL

Filtration

The aim of Filtration: reducing patient dose

1 to 3 mm of aluminum (Al) added to the primary beam
to reduce the number of low-energy x-rays that reach the
patient,

A filter usually made of Al,

Types of Filtration

Diagnostic x-ray beams have **two filtration components**

1- inherent filtration

2- added filtration

Inherent filtration :

- ☐ The glass enclosure of the tube ,
- ☐ the window,
- ☐ oil around the lamp
 - approximately 0.5 mm Al equivalent

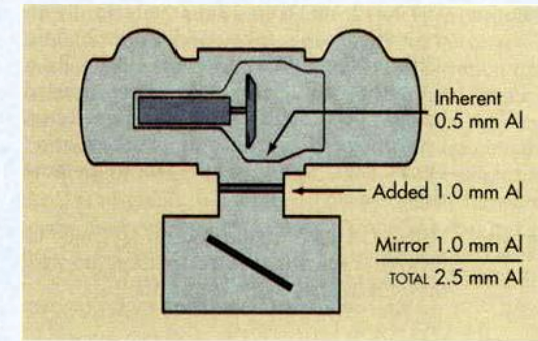


FIGURE 12-5 Total filtration consists of the inherent filtration of the x-ray tube, an added filter, and filtration by the mirror of the light-localizing collimator.

اثر لبه K صفحه 165

انرژی keV	درصد انتقال %
50	0.016
60	0.4
80	6.8
88	12
88	0.026
100	0.14
150	0.96

با افزایش انرژی درصد انتقال پرتوهای ایکس در فیلتر افزایش مییابد.
ولی این انتقال در انرژی های مساوی یا نزدیک به انرژی همبستگی اتصال لایه ها به یکباره کاهش می یابد.

جذب یا اثر لبه K : عدم پیوستگی در روند کاهش جذب تشعشع با افزایش انرژی را اثر لبه گویند.
(به دلیل تغییرناگهانی افزایش احتمال جذب فتوالکتریک).

وقتی انرژی پرتو به انرژی بستگی الکترون پوسته داخلی میرسد؛ جذب به یک باره افزایش پیدا میکند
مثال : جدول درصد انتقال اشعه تک انرژی را پس از برخورد به 1 mm سرب با عدد اتمی ۸۲ را نشان میدهد
یک تغییر ناگهانی در انتقال 88 keV پیدا میشود.
که انرژی بستگی K است. این را لبه K گویند.

The binding energy of the K-shell electrons in lead is about **88 (keV)**.

اثر جنس ماده هدف صفحه 165
در اسلایدهای قبلی توضیح داده شد.

نتیجه	افزایش
افزایش کمیت – اثری بر کیفیت ندارد	جریان (mAS)
افزایش کمیت و کیفیت	ولتاژ (kVp)
کمیت کاهش ولی کیفیت افزایش	فیلتر
افزایش کمیت و کیفیت	عدد اتمی هدف
کاهش کمیت و کیفیت	ولتاژ موجی شکل

SUMMARY

TABLE 11-3

Changes in X-Ray Beam Quality and Quantity by Factors that Influence the Emission Spectrum

Increase	Results
mAs	An increase in quantity, no change in quality
kVp	An increase in quantity and quality
addition of Al	An decrease in quantity, an increase in quality
target Z	An increase in quantity and quality
voltage ripple	A decrease in quantity and quality

جمع بندی
Question?
The END



نمونه سوالهای چهار گزینه ای

چرا از تنگستن به عنوان ماده هدف در دستگاه رادیولوژی استفاده می شود؟

الف) عدد اتمی بالا ب) انتقال حرارت سریع

ج) نقطه ذوب بالا د) هر سه گزینه

تمرکز الکترونها بر سطح هدف به وسیله کدام قسمت از لامپ اشعه ایکس صورت میگیرد؟

الف) زاویه اند ب) دیافراگم ج) کولیماتور د) سرپوش کانونی.

یک دستگاه رادیولوژی اکسپوزی با شرایط $70 \text{ kvp}, 200 \text{ mA}, 400 \text{ mR}$ در فاصله 90 cm انجام میدهد شدت چنین دستگاهی در فاصله 270 cm چقدر خواهد شد؟

الف) 133.3 mR ب) 44.4 mR ج) 100 mR د) 22.2 mR

عامل کاهش شدت اشعه ایکس تولیدی در سمت آند چه نامیده می شود؟

الف) بار الکتریکی فضایی ب) اثر پاشنه آند.

ج) اشعه ایکس نشتی د) واحد حرارت

نمونه سوالهای چهار گزینه ای

کدامیک از وسایل زیر در سیستم رادیوگرافی برای کاهش میزان فتون های کم انرژی بکار می رود؟
الف) شبکه (گرید) ب.) فیلتر (صافی) ج) دیافراگم د) کاست

در پرتو نگاری از شبکه (گرید) به چه منظوری استفاده میشود؟
الف) جذب پرتوهای پراکنده و در نتیجه بهتر شدن کنتراست فیلم.
ب) حذف پرتوهای پراکنده و در نتیجه کم شدن ناواضحی فیلم
ج) جذب پرتوهای پراکنده و در نتیجه کم شدن دوز جذبی بیمار
د) حذف قسمتی از پرتوهای اولیه و در نتیجه بهتر شدن کنتراست

کلیماتور چه کار می کند؟

الف) به یکنواخت شدن اشعه کمک می کند
ج) کمیت اشعه را افزایش میدهد
ب) پرتوهای پراکنده را حذف می کند
د) . میزان پرتوگیری بیمار را کاهش می دهد

نمونه سوال های چهار گزینه ای

موادی که جاذب اشعه ایکس هستند چه نامیده می شوند؟

الف) رادیولو سنت ب) رادیو پاک. ج) فلورسنت د) یونیزاسیون

در یک مولد اشعه ایکس کدام عامل در کمیت تولید اشعه ، موثر است؟

الف) شدت جریان فیلامان ب) زمان اکسپوژر
ج) پتانسیل سرپوش کاتودی د. گزینه های الف و ب

4- شدت خروجی یک رادیوگرافی طبیعی 300 mR/100 mS در فاصله 40 in می باشد.

شدت خروجی چنین واحدی در 80 in چقدر است؟

جواب :

$$I_1/I_2=(d_2/d_1)^2 \rightarrow I_2= I_1/(d_2/d_1)^2= 300/(80/110)^2 = 300/4= 75mR$$

میلی رم

یک تیوپ اشعه ایکس؛ تابشی با 70 kVp و 200 mAs انجام میدهد؛
که شدت آن در فاصله 90 سانتی متری برابر با 400 میلی راد (400 mR) یا 4 میلی گری
است. اگر فاصله به 180 سانتی متر افزایش یابد شدت چقدر خواهد شد؟

Question: The exposure from an x-ray tube operated at 70 kVp, 200 mAs, is 400 mR (4 mGy_a), I_2 , at 90 cm, d_2 . What will be the exposure at 180 cm, d_1 ?

Answer:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$
$$I_1 = I_2 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$
$$= (400 \text{ mR}) \left(\frac{90 \text{ cm}}{180 \text{ cm}} \right)^2$$
$$= (400 \text{ mR}) \left(\frac{1}{2} \right)^2$$
$$= (400 \text{ mR}) \left(\frac{1}{4} \right)$$
$$= 100 \text{ mR}$$

Question: The intensity of light from a reading lamp is 100 millilumens (mlm), I_2 , at a distance of 1 m, d_2 . (The lumen is a unit of light intensity.) What is the intensity, I_1 , of this light at 3 m, d_1 ?

Answer:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$
$$\frac{I_1}{100 \text{ mlm}} = \frac{1 \text{ m}^2}{3 \text{ m}^2}$$
$$I_1 = (100 \text{ mlm}) \left(\frac{1 \text{ m}}{3 \text{ m}} \right)^2$$
$$= (100 \text{ mlm}) \left(\frac{1}{9} \right)$$
$$= 11 \text{ mlm}$$