تقنيات التصوير الإشعاعي

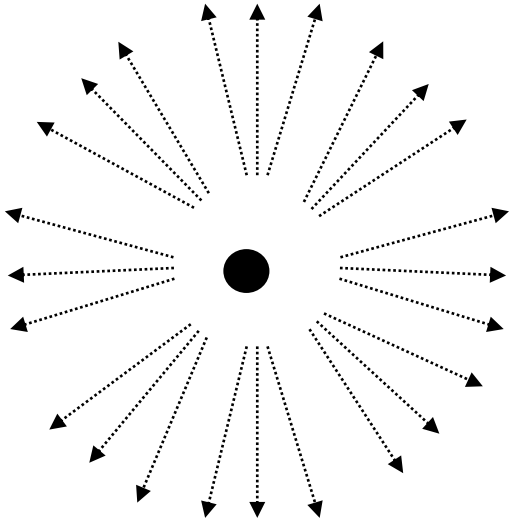
إعداد المهندس: ياسر علوش
مرخص مستوى ثالث تصوير شعاعي صناعي

تقنيات التصوير الاشعاعي RT Technique

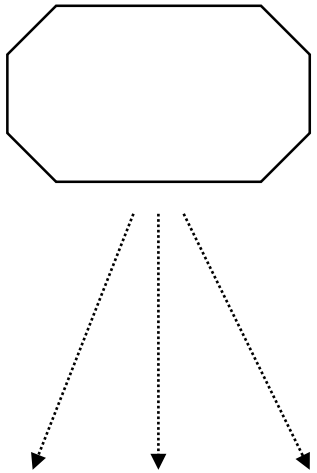
- هي طرق وترتيبات لكيفية تنفيذ الاختبار بالأشعة
- العوامل المؤثرة في إختيار التقنية:

1. المواصفات المستخدمة
2. شكل القطعة المختبرة
3. توفر المواد والمعدات
4. البيئة المحيطة بموقع العمل
5. الزمن المحدد للإختبار
6. الحساسية المطلوبة في الاختبار
7. نوع العيب المراد الكشف عنه والتقيم المطلوب

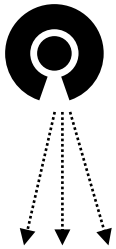
طرق توجيه الاشعة



أشعه غاما غير موجهة

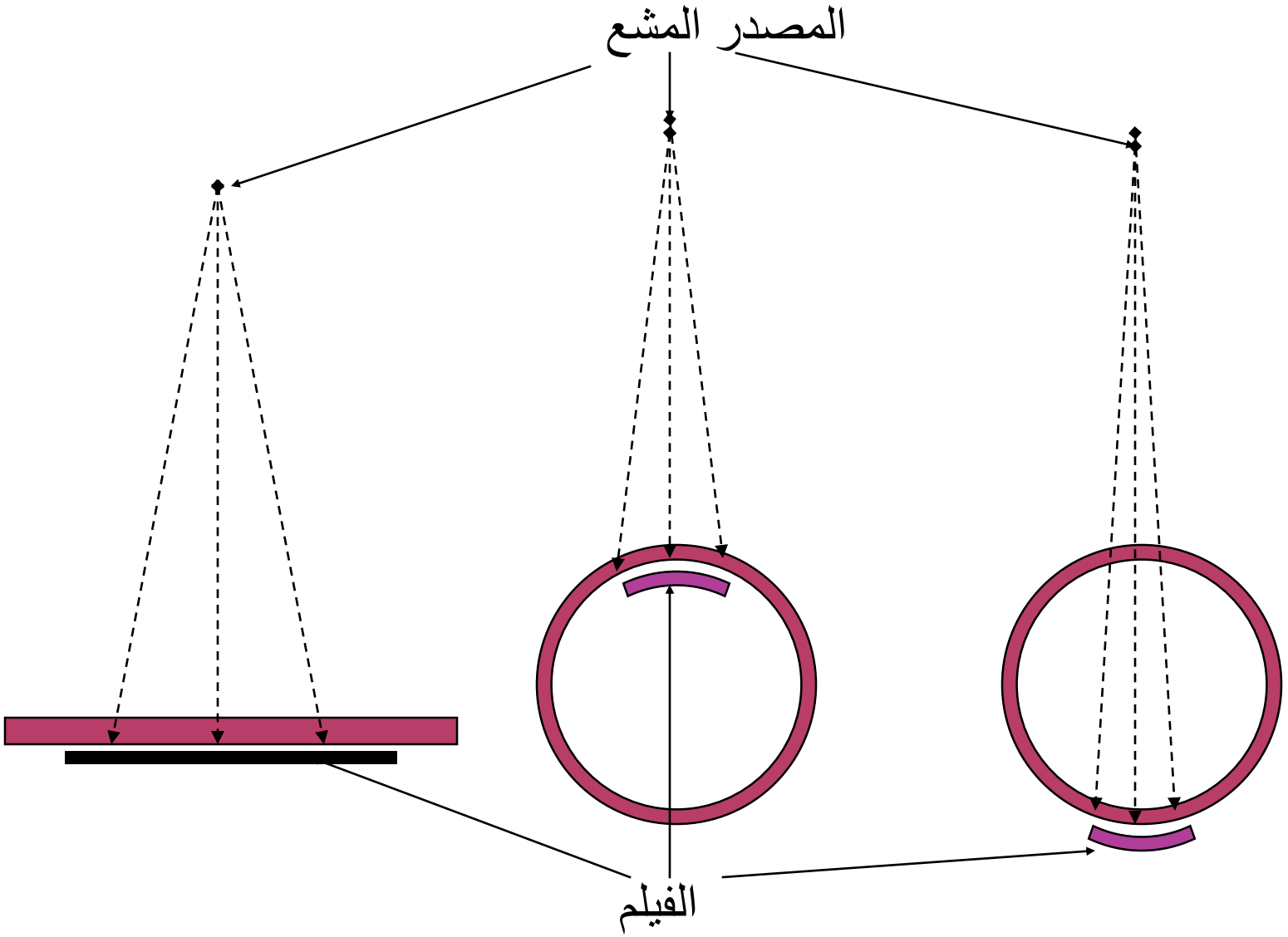


أشعة إكس موجهة



أشعة غاما موحهة

ترتيبات لتصوير اللحام

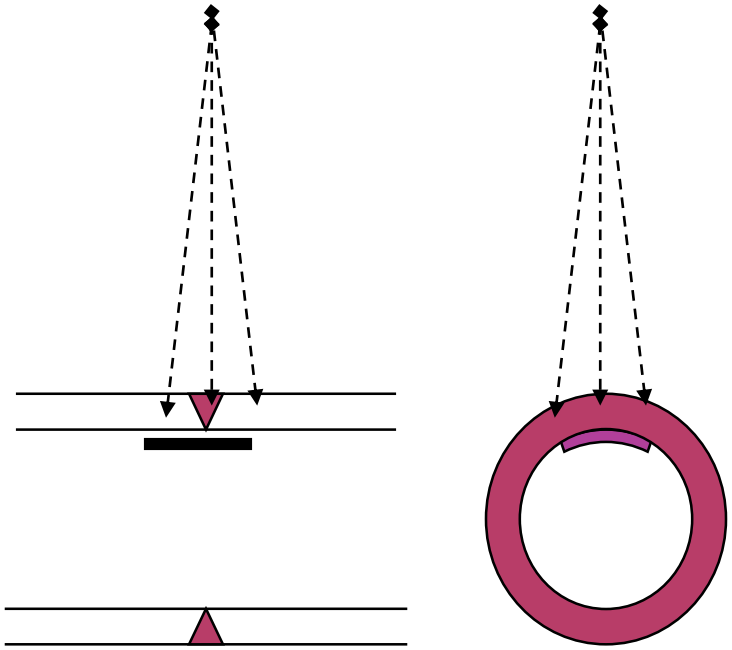


التقنيات الاكثر إستخداماً في التصوير الاشعاعي

أ/ SW/SI (جدار واحد خيال واحد)

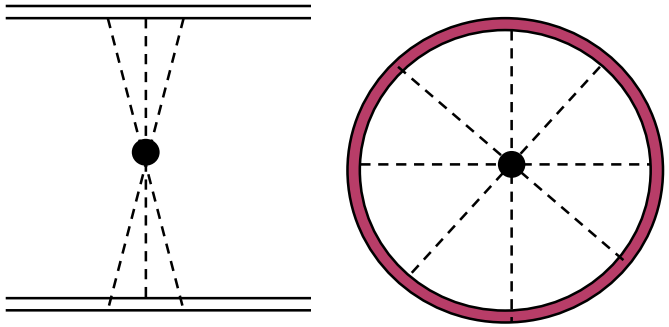
1. الأشعة تخترق جدار واحد وصورته تظهر على الفيلم
2. يمكن استخدام الأشعة الموجهة أو غير الموجهة في هذه الطريقة
3. يوضع الفيلم علي القطعة المختبرة ومصدر الأشعة في الاتجاه الآخر

SWSI

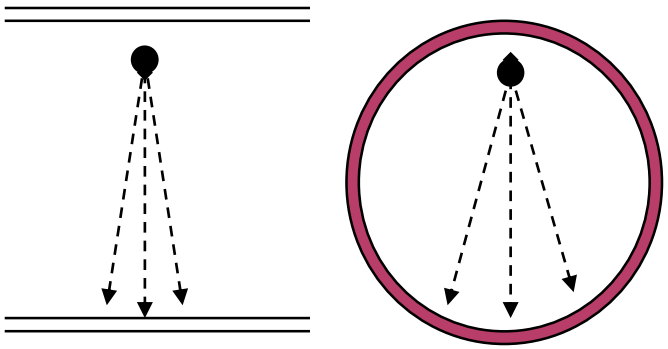


Film inside

source outside



Film outside source inside-centre

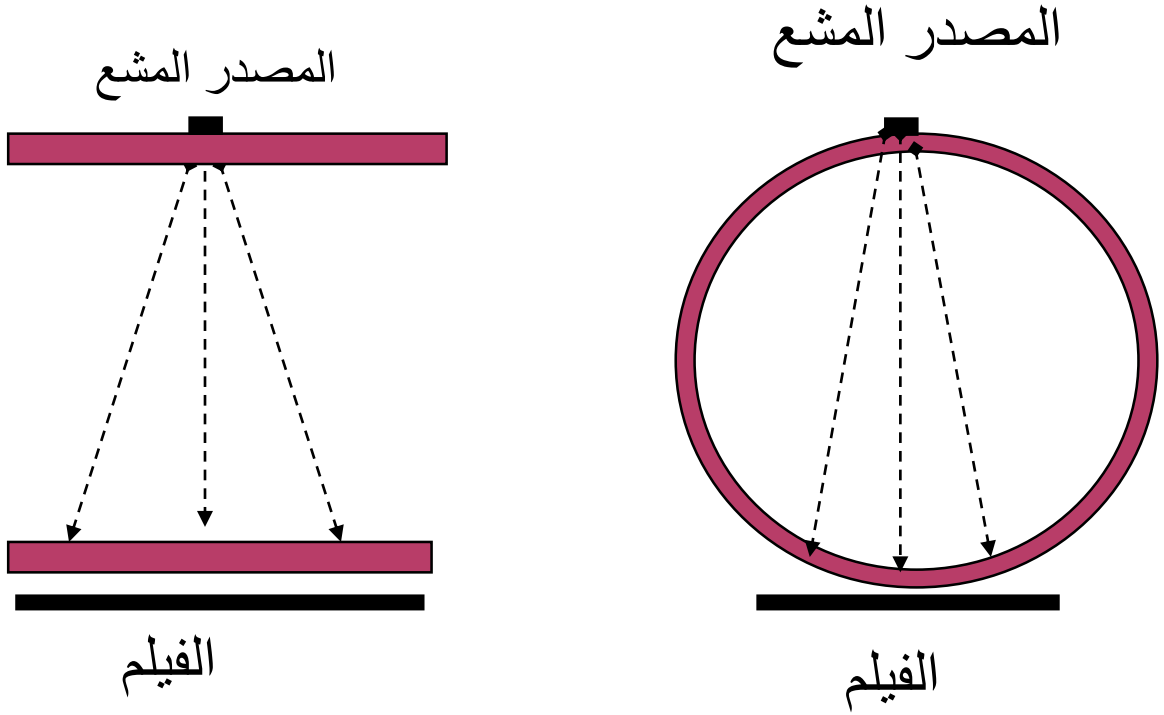


Film outside source inside-offset

ب/ DW/SI (جدارين وصورة واحدة)

1. الأشعة تخترق جدارين وخيال الجدار الأقرب تظهر علي الفيلم
2. عادةً تستخدام الأشعة الموجهة في هذه الطريقة
3. يوضع الفيلم علي القطعة المختبرة ومصدر الأشعة في الاتجاه الآخر حيث يكون هنالك جدارين في مسار الأشعة إلي الفيلم
4. تستخدم هذه الطريقة في الأشكال المختبرة التي تكون علي شكل أنبوب

DW/SI

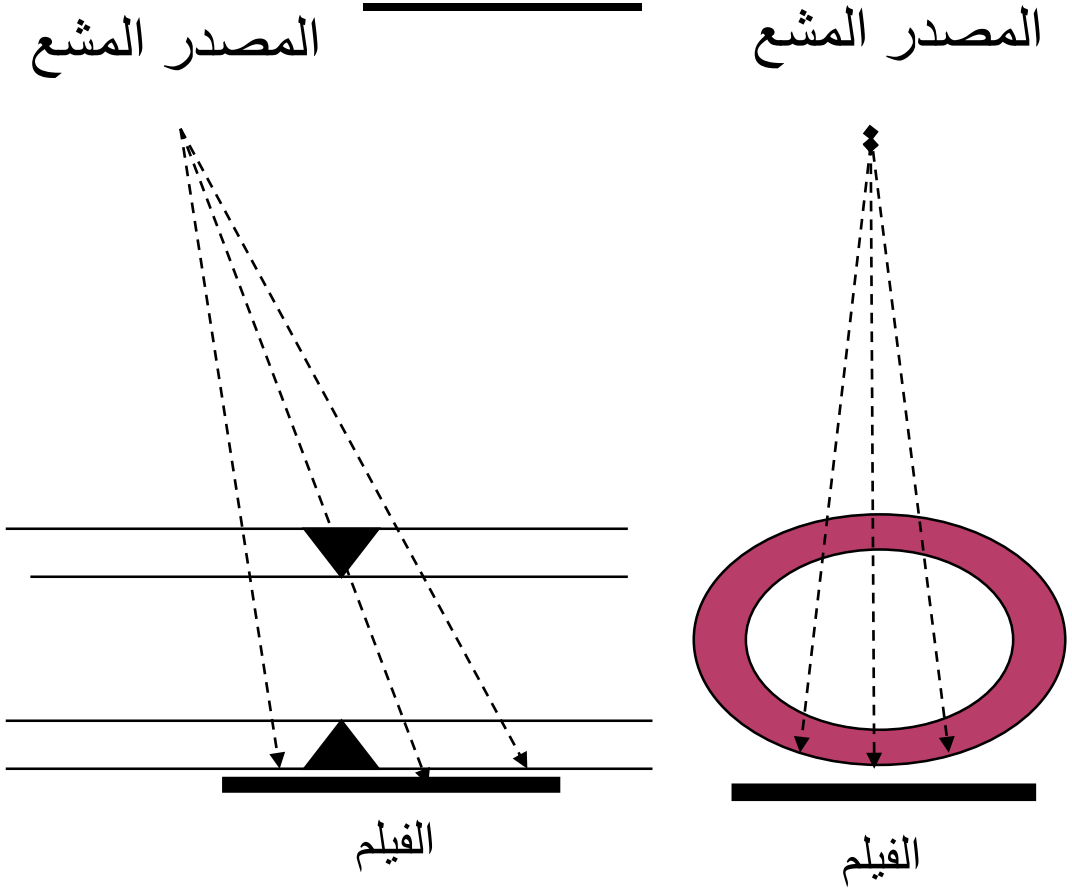


الفيلم في خارج الأنبوب والمصدر المشع من الجانب الآخر المقابل خارج الأنبوب

ت/ DW/DI (خيالين وجدارين)

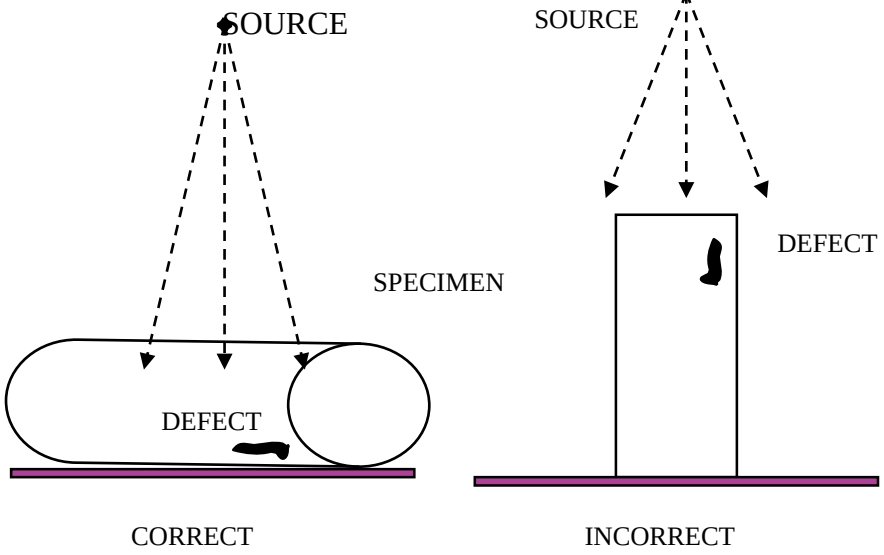
1. الأشعة تخترق جدارين وصورة الجدارين تظهر على الفيلم في شكل حلقة
2. عادةً تستخدام الأشعة الموجهة في هذه الطريقة
3. يوضع الفيلم علي القطعة المختبرة ومصدر الأشعة في الاتجاه الآخر حيث يكون هنالك جدارين في مسار الأشعة الي الفيلم
4. تستخدم هذه الطريقة في الأشكال المختبرة التي تكون علي شكل أنبوب وقطرها لايزيد عن 89 مم حسب المواصفة الامريكية ASME
5. تسلط الأشعة بانحراف معين علي القطعة المختبرة حتى تظهر الصورة للجانب الأقرب والأبعد للحام في شكل حلقة
6. تحتاج هذه الطريقة علي أقل تقدير إلي التصوير من موضعين تفصل بينهما زاوية 90 والافضل ثلاث مواضع بزاوية فصل 120

DWDI



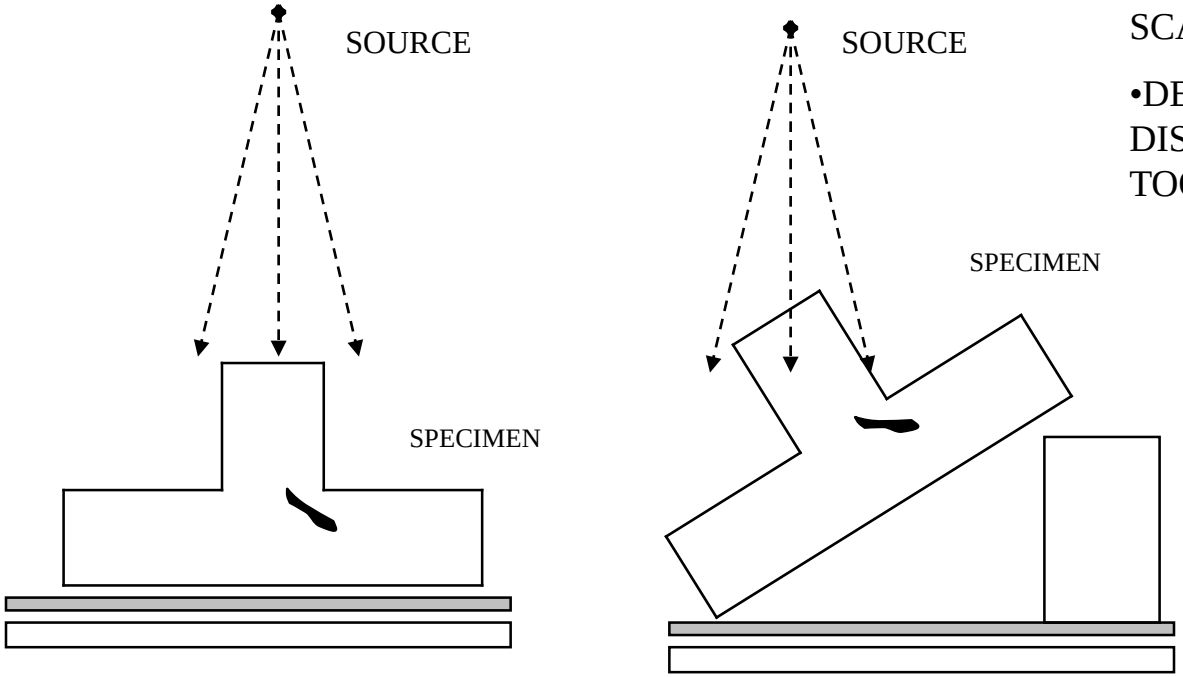
الفيلم من الخارج والمصدر المشع من الخارج واتجاه الاشعة بانحراف على القطعة المختبرة

نماذج لأوضاع التصوير



CORRECT

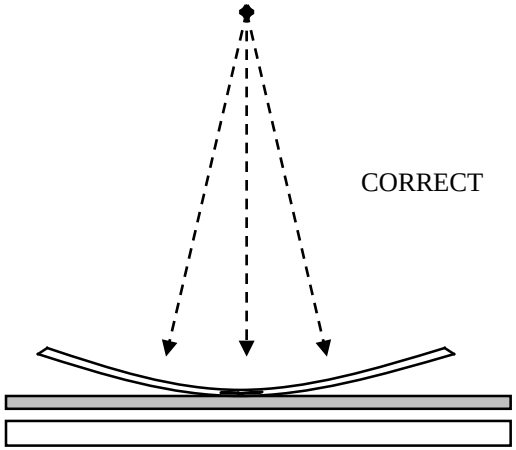
INCORRECT



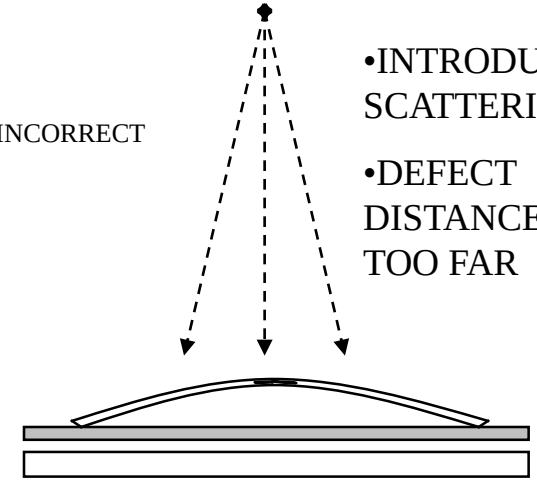
CORRECT

INCORRECT

- INTRODUCE SCATTERING
- DEFECT DISTANCE IS TOO FAR

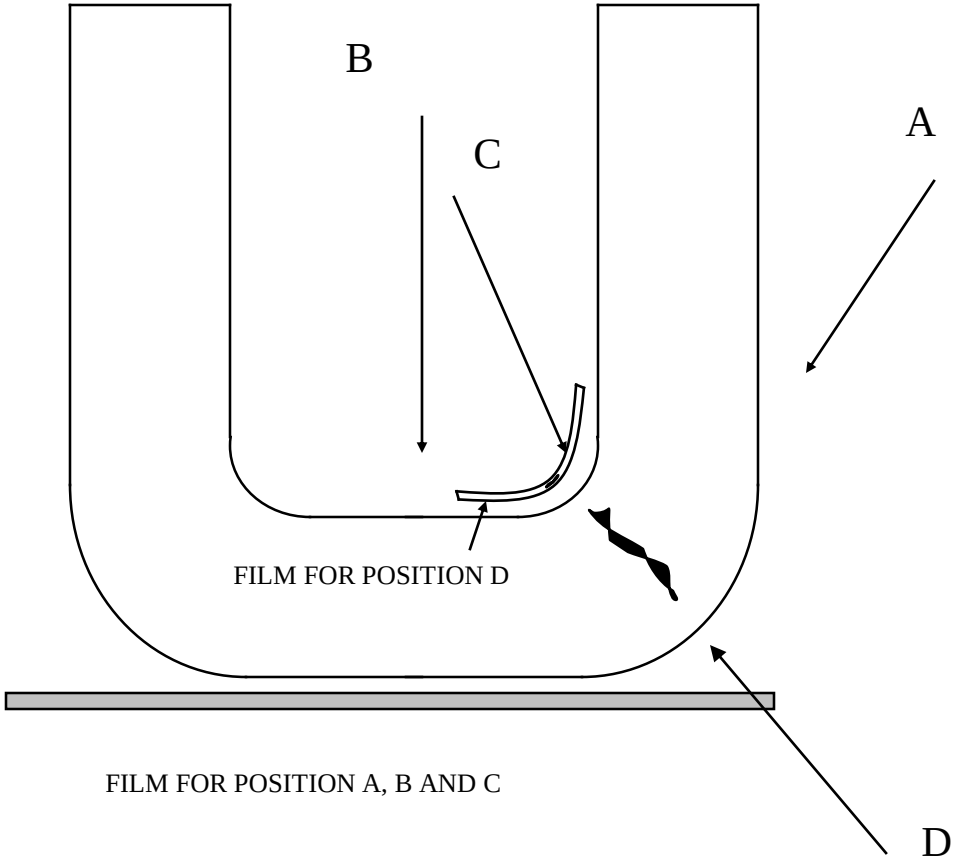


CORRECT



INCORRECT

- INTRODUCE SCATTERING
- DEFECT DISTANCE IS TOO FAR



كيفية تكون الصورة الإشعاعية

تكوين الصورة

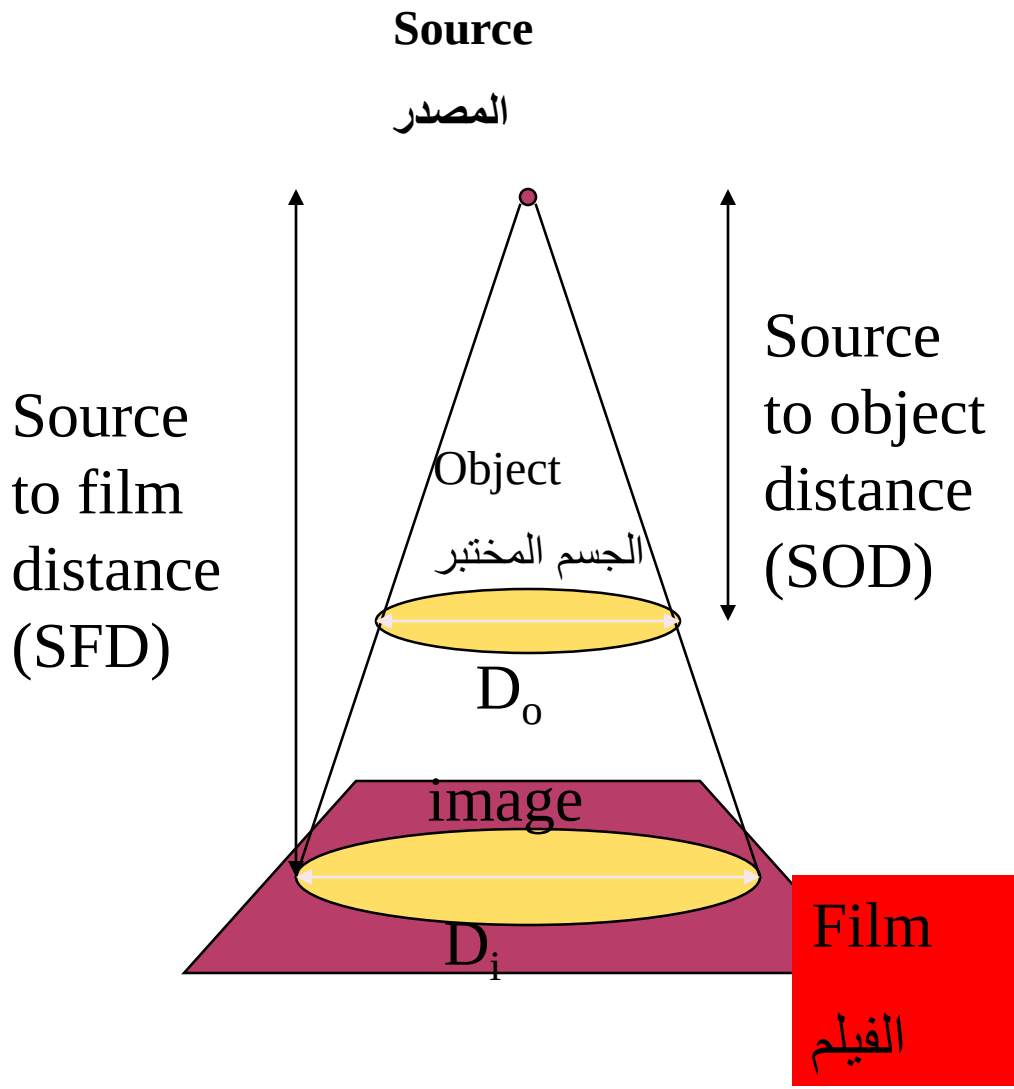
- الصورة الإشعاعية هي عبارة عن صورة ظل القطعة المختبرة
- شكل وظهور الصورة يعتمد على:

1. شكل القطعة المختبرة
2. سماكة القطعة المختبرة
3. كثافة الجسم المختبر
4. موضع مصدر الإشعاع نسبةً إلى الجسم المختبر،الفيلم واتجاه الأشعة من المصدر

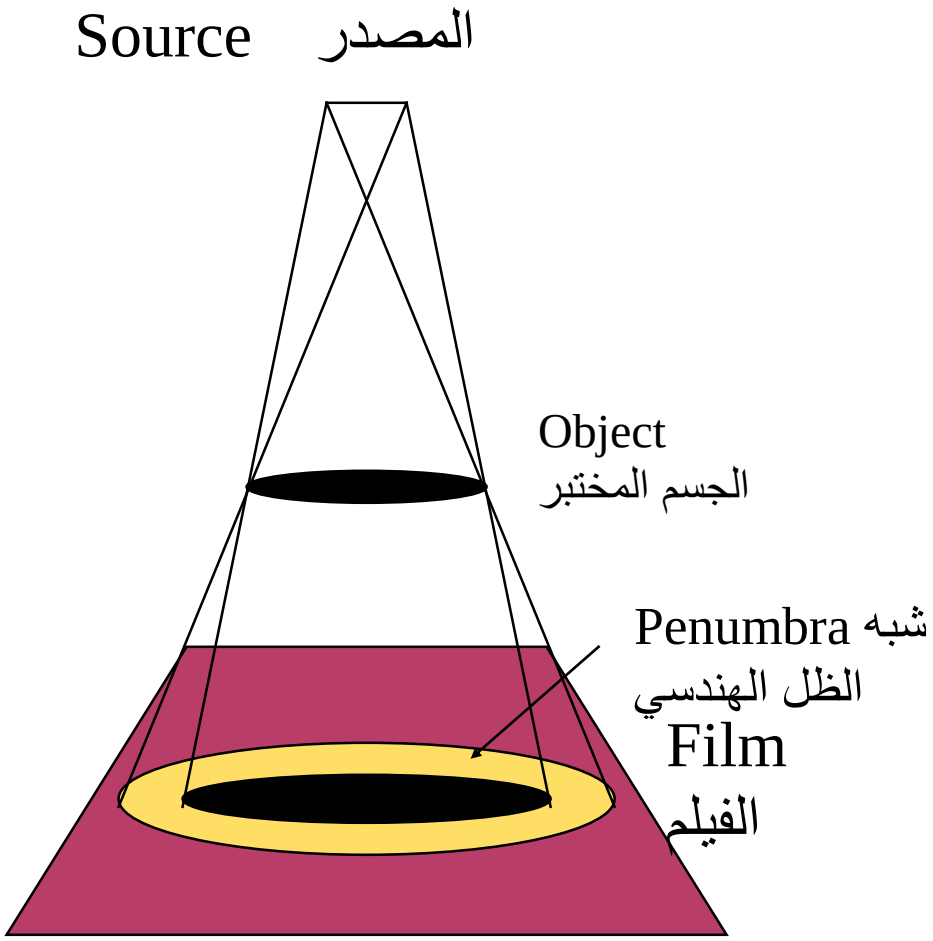
تكبير الصورة

التكبير يحدث عندما يكون الفيلم على بعد من الجسم المختبر أو موضع الصورة (العيب مثلاً) بعيد عن الجهة الأقرب للفيلم

$$\frac{D_i}{D_o} = \frac{sfd}{sod}$$

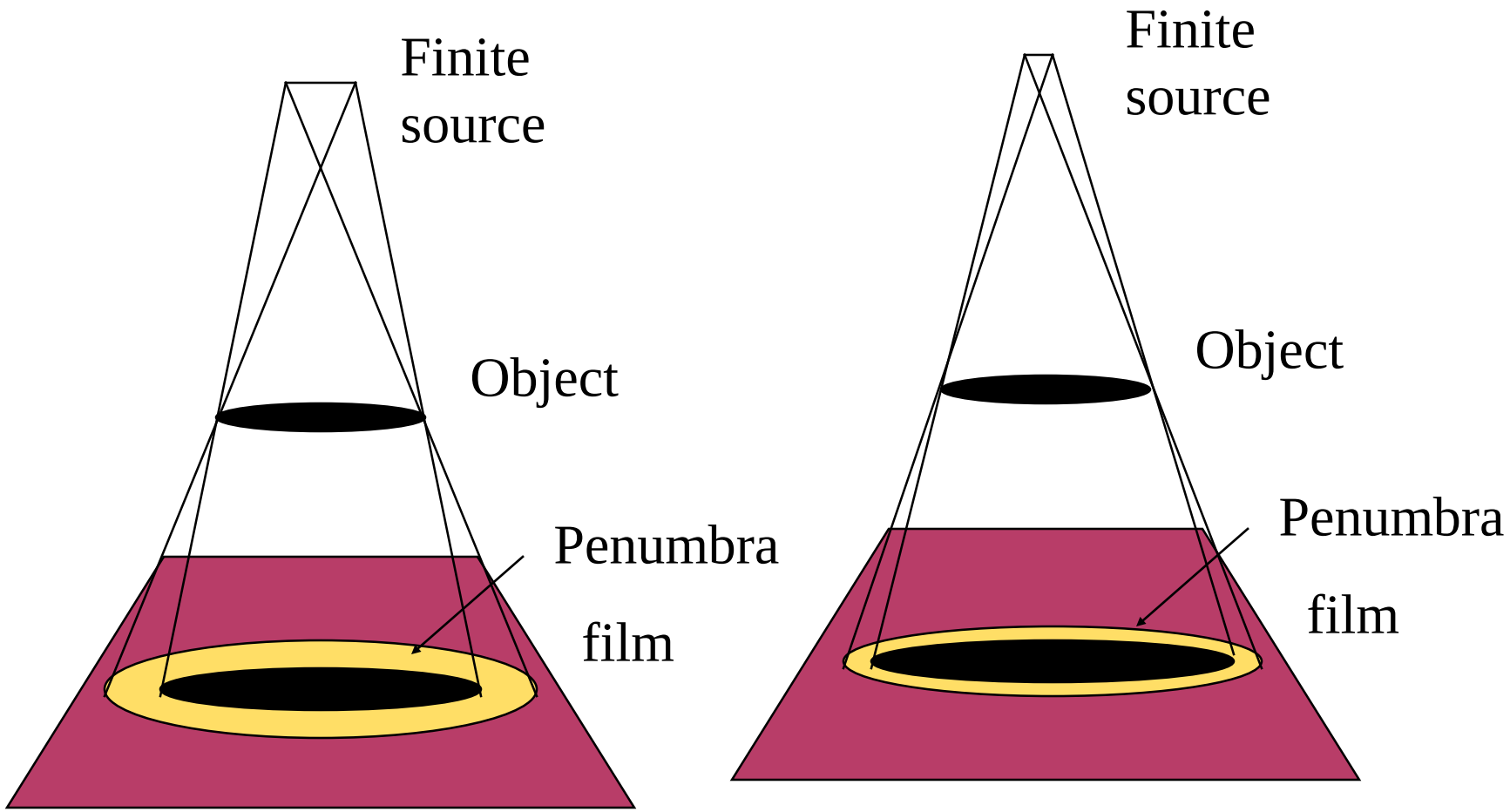


Geometrical Unsharpness (Ug)
الحدادية(شبه الظل الهندسي)



Effect of Source Size to Ug

تأثير حجم المصدر علي الحدادية

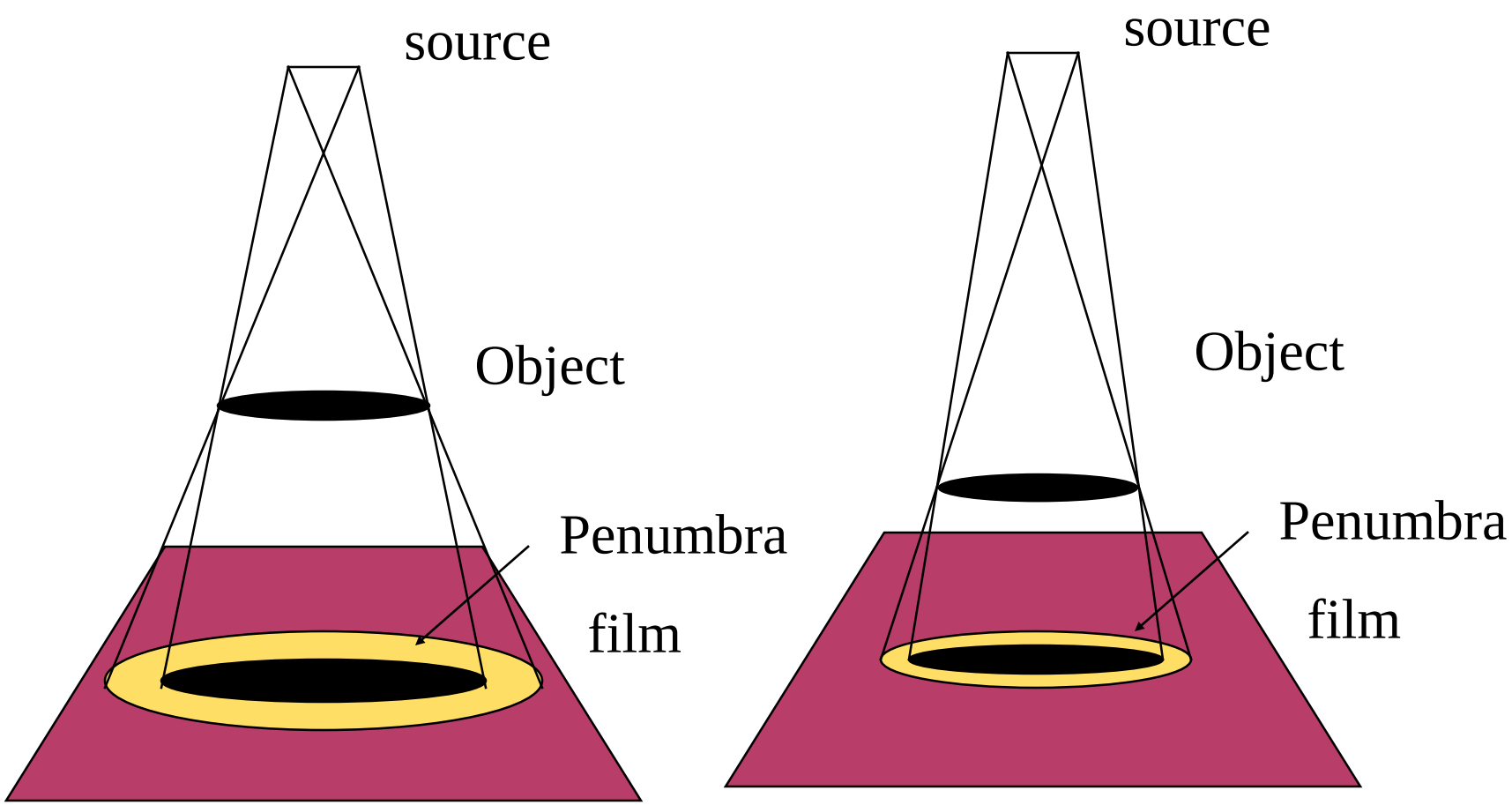


(1) كلما كبر حجم المصدر المنبعث منه الاشعاع كلما زاد عدم الحدة الهندسي ومن ثم تقل جودة الصورة الإشعاعية والعكس صحيح

(2) في حالة استخدام أشعة إكس البقعة المحرقية الفعالة هي حجم مصدر الاشعاع

Effect of OFD

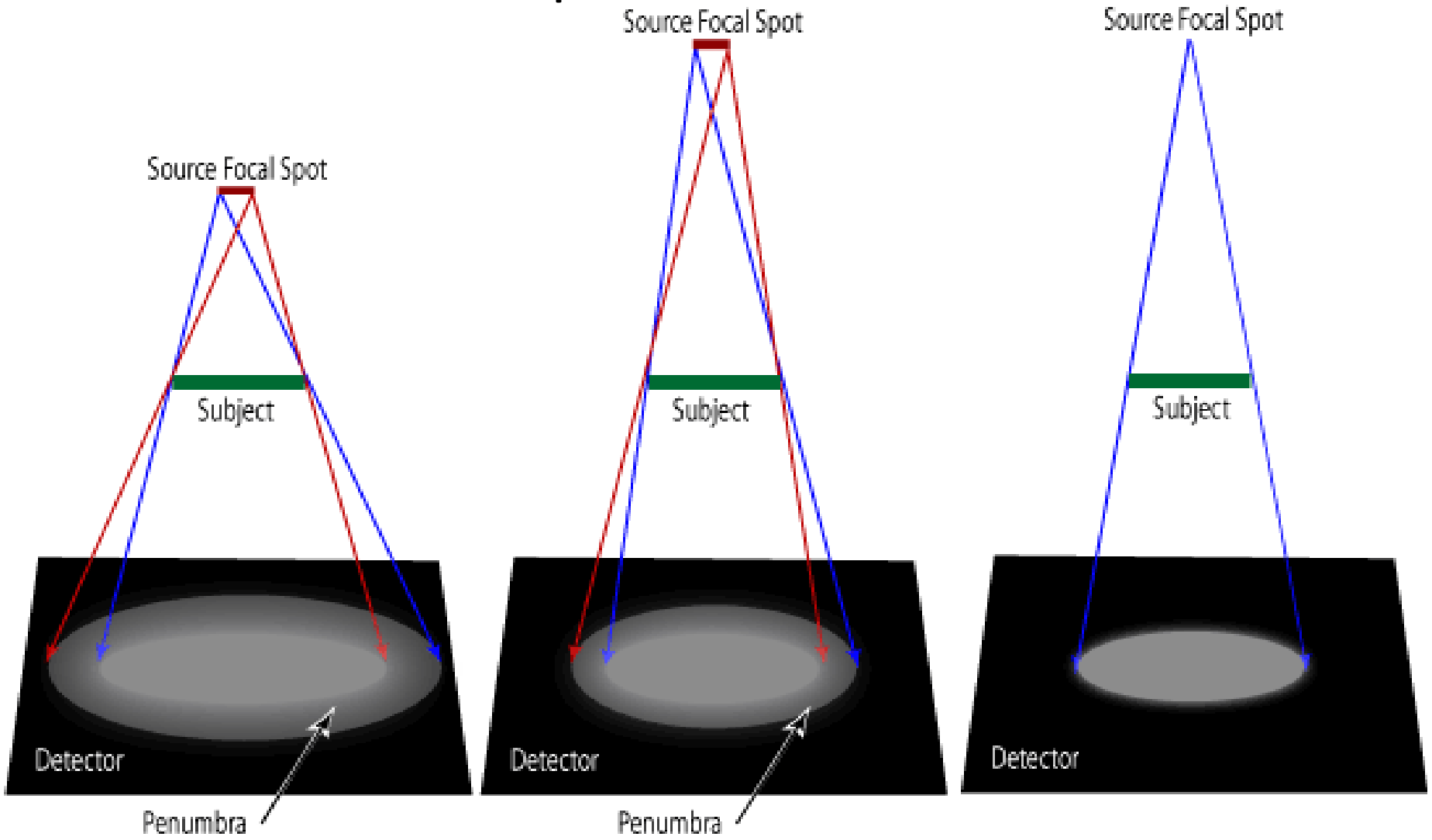
تأثير بعد الجسم المختبر عن الفيلم علي الحدادية



تأثير بعد الجسم المختبر وحجم المصدرعن الفيلم على شبه الظل

أو مايسمى عدم الحدة الهندسي (Penumbra Ug)

Geometrical unsharpness



- كلما زادت المسافة بين المصدر الإشعاع والفيلم كلما قل عدم الحدة الهندسي مما يحسن من جودة الصورة المتحصلة والعكس صحيح

العلاقة بين حجم المصدر و OFD, SFD

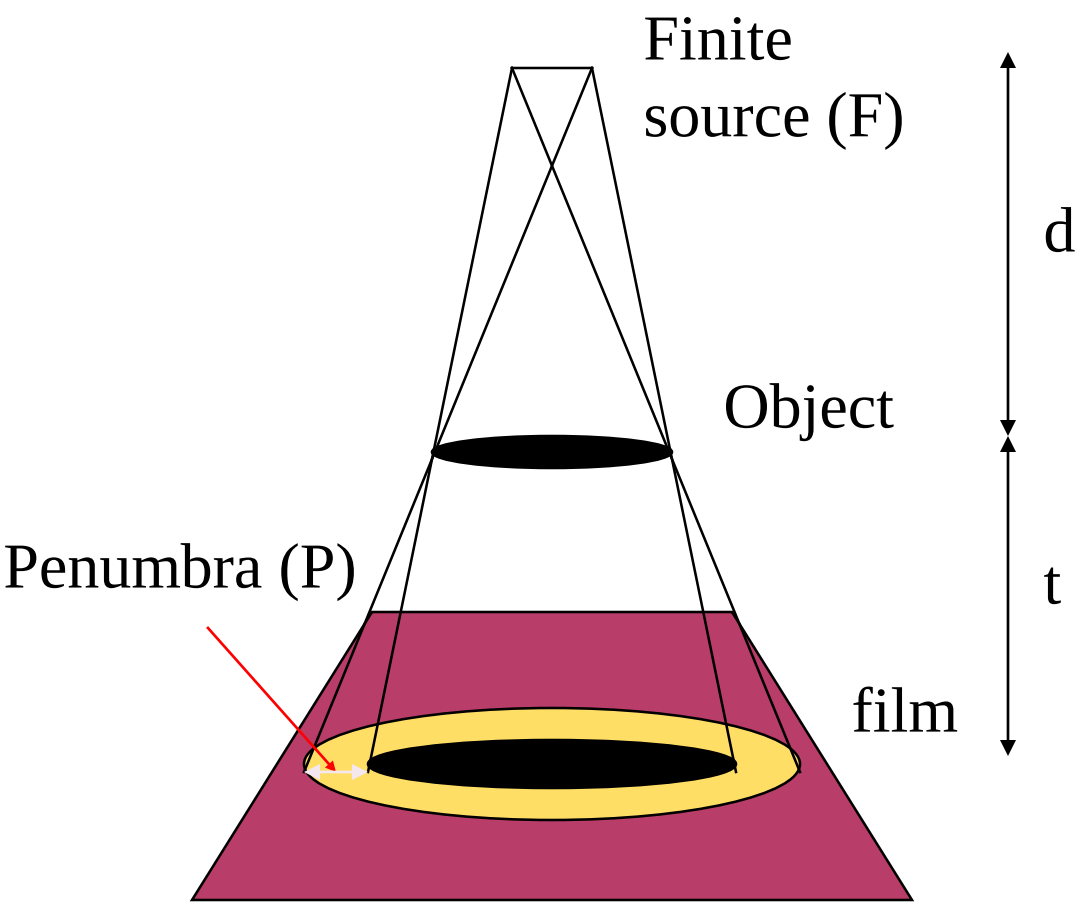
$$\frac{P}{F} = \frac{t}{d}$$

$$P = \frac{Ft}{d} = \frac{Ft}{SFD - t}$$

$$SFD - t = \frac{Ft}{P}$$

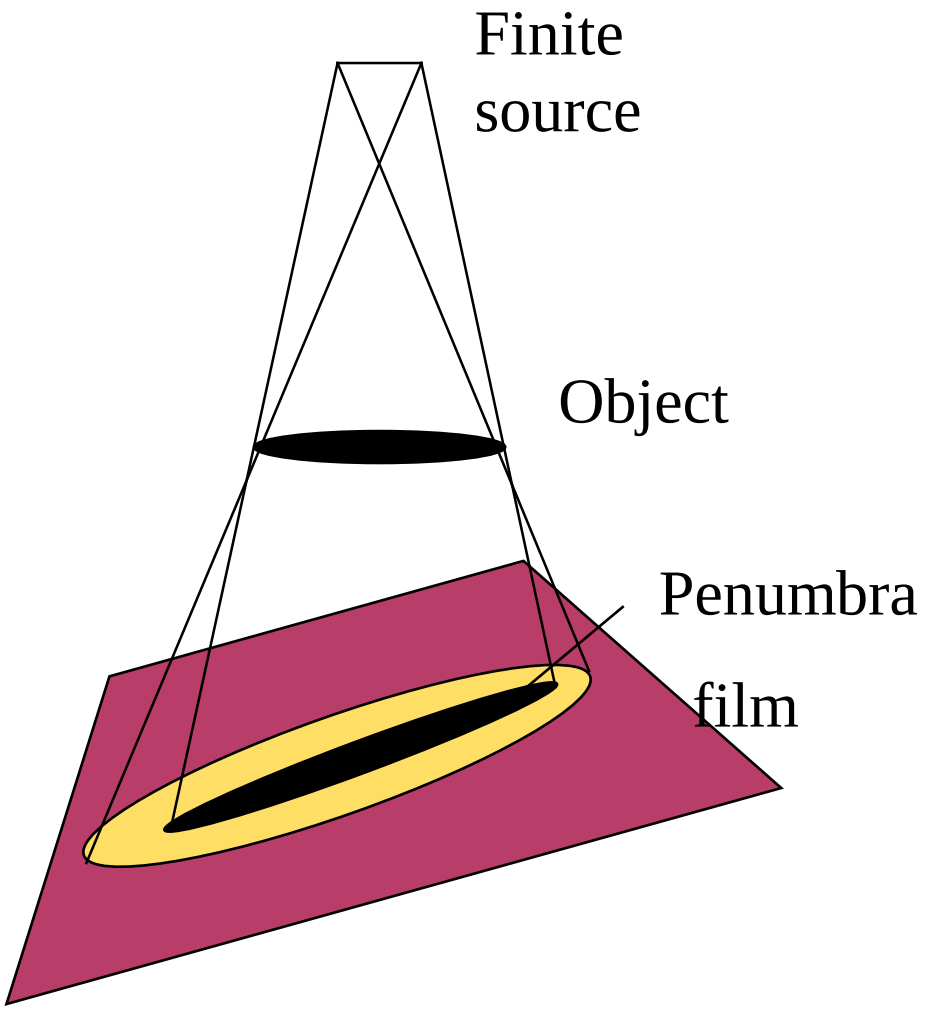
$$SFD = \frac{Ft}{P} + t = t(\frac{F}{P} + 1)$$

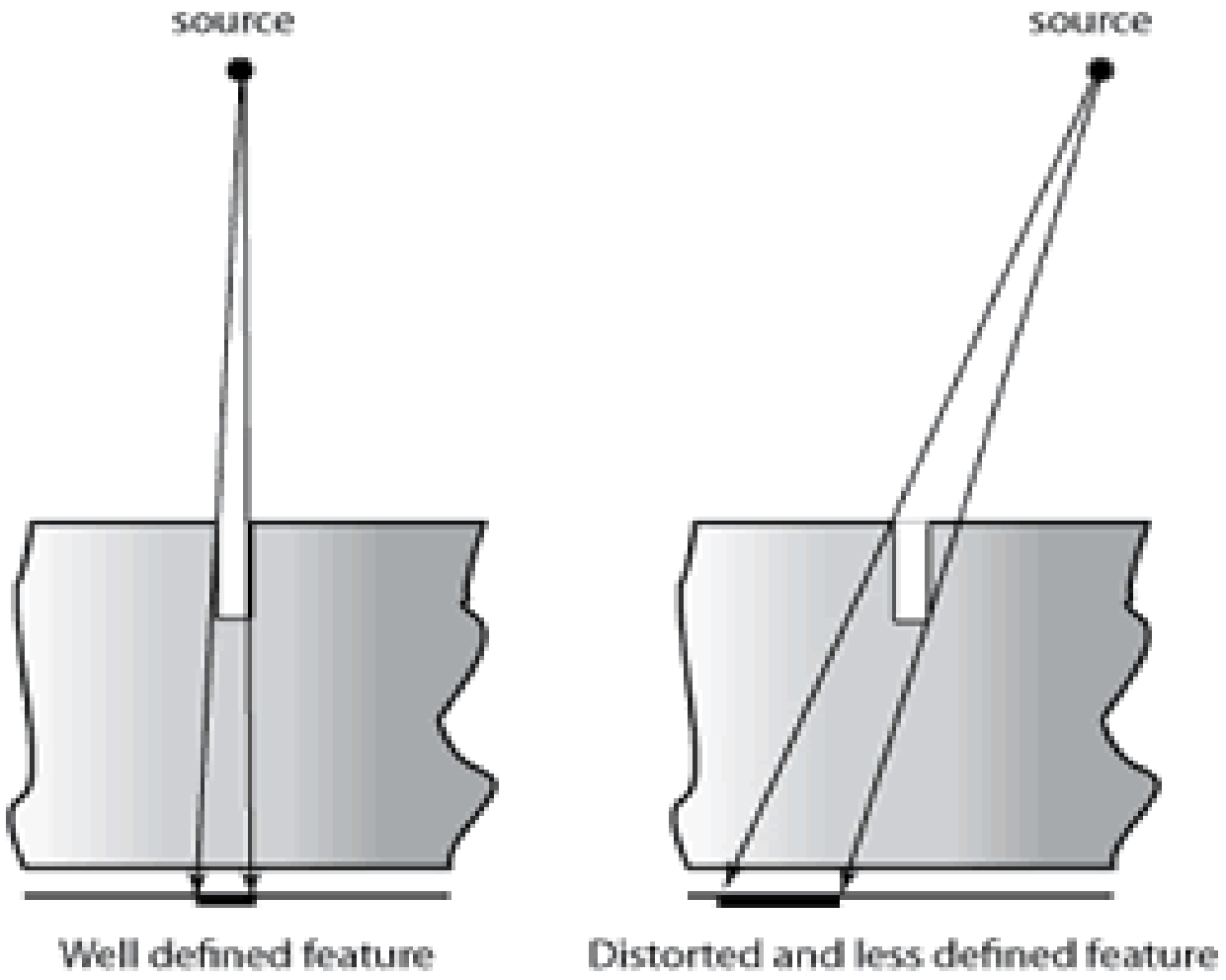
$$SFD_{\min} > t(\frac{F}{P} + 1)$$



تشوه الخيال

- التشوه ناتج عن عدم اختيار الموضع الأفضل للتعريض أو عدم التصاق أو تساوي المسافة بين الفيلم والجسم المختبر




source
source
Well defined feature
Distorted and less defined feature

التعرض الإشعاعي

ما هو التعرض الإشعاعي ؟

- التعرض الإشعاعي هو كمية الأشعة (أشعة إكس / غاما) من المصدر المشع تحت ترتيبات معينة والتي تعطي الفيلم الدرجة المطلوبة من الكثافة في الصورة الإشعاعية للاختبار المعين

UNIT OF EXPOSURE وحدات التعرض الاشعاعي

- أشعة إكس:

التيار * زمن التعرض

مثلاً:

2mAx1min=2mAmin

- أشعة غاما :

الشدة * زمن التعرض

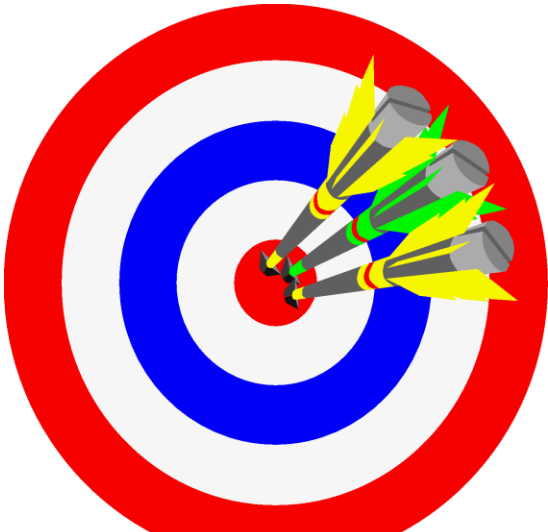
مثلاً:

70CiX10secs.
=700CiSec=66.7Cisec.

FACTORS GOVERNING EXPOSURES

العوامل التي تحكم التعرض

1. طاقة وشدة الأشعة
2. بعد المصدر المشع من الجسم المختبر
3. الاشعة الممتصة في الجسم المختبر
4. نوع الشاشات المستخدم
5. الفلتر
6. نوع الفيلم المستخدم
7. التظهير



(1)طاقة وشدة الاشعة ENERGY & INTENSITY

- أشعة إكس:

1. زيادة التيارتقلل من زمن التعرض من غير تغير قوة الاختراق
2. زيادة فرق الجهد يزيد الاختراقية وأيضا يقلل زمن التعرض

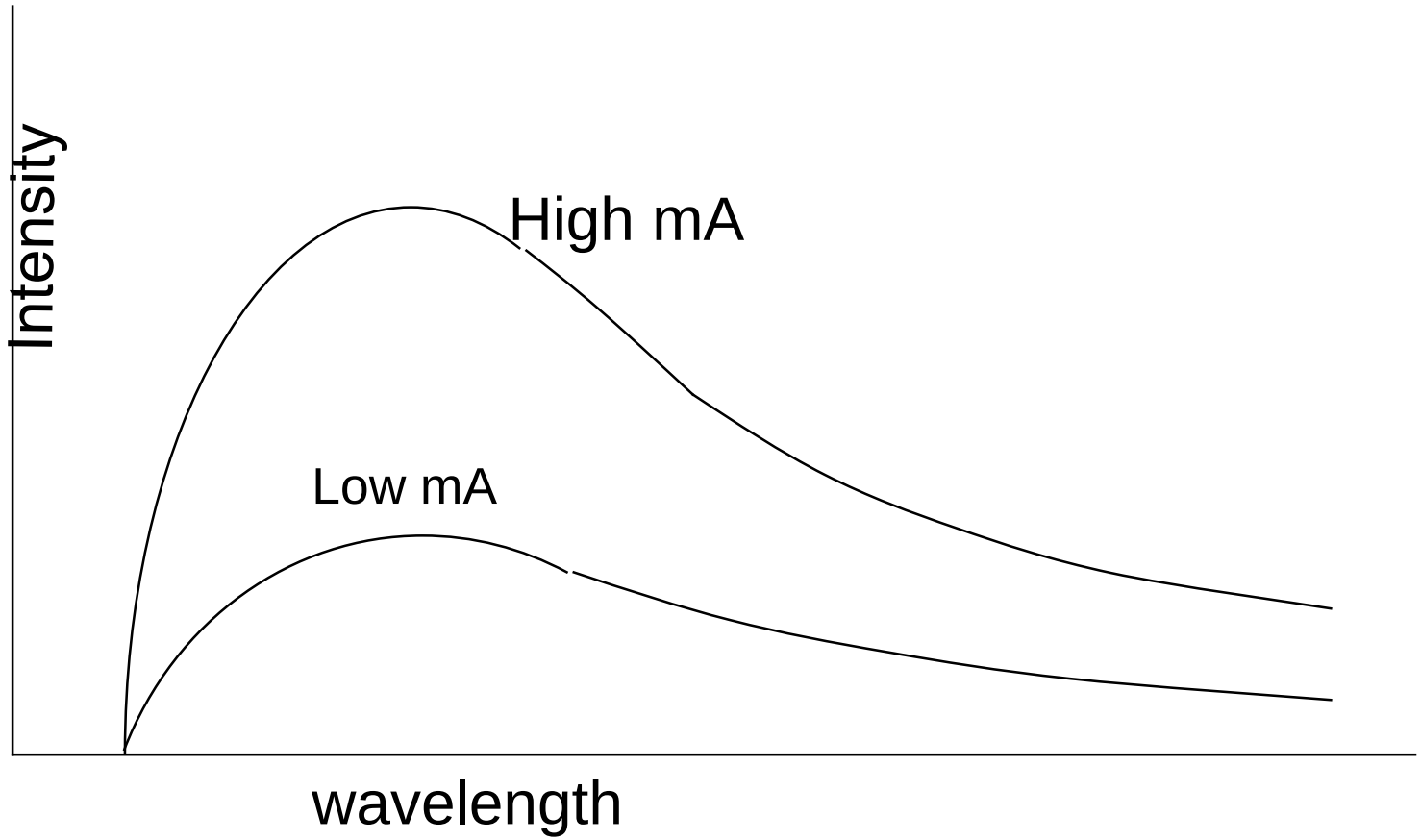
- أشعة قاما

1. تعتمد علي نوع مصدر أشعة غاما

بعض مصادر غاما الشائعة الاستخدام

source	type	halflife	Energy (MeV)
Radium	Natural	1590yrs	0.6, 1.12, 1.76
Radon-222	Natural	3.28 days	0.6, 1.12, 1.76
Co-60	Art.	5.3 years	1.17, 1.33
Cs-137	Art	33 years	0.667
Th-170	Art	127 days	0.084
Ir-192	Art	74 days	0.29, 0.58, 0.60, 0.61
Se-75	Art	120 days	0.12-0.97
Yb-169	Art	32 days	0.008-0.31

تغيير التيار وعلاقته بتغيير الشدة والطاقة في جهاز أشعة إكس



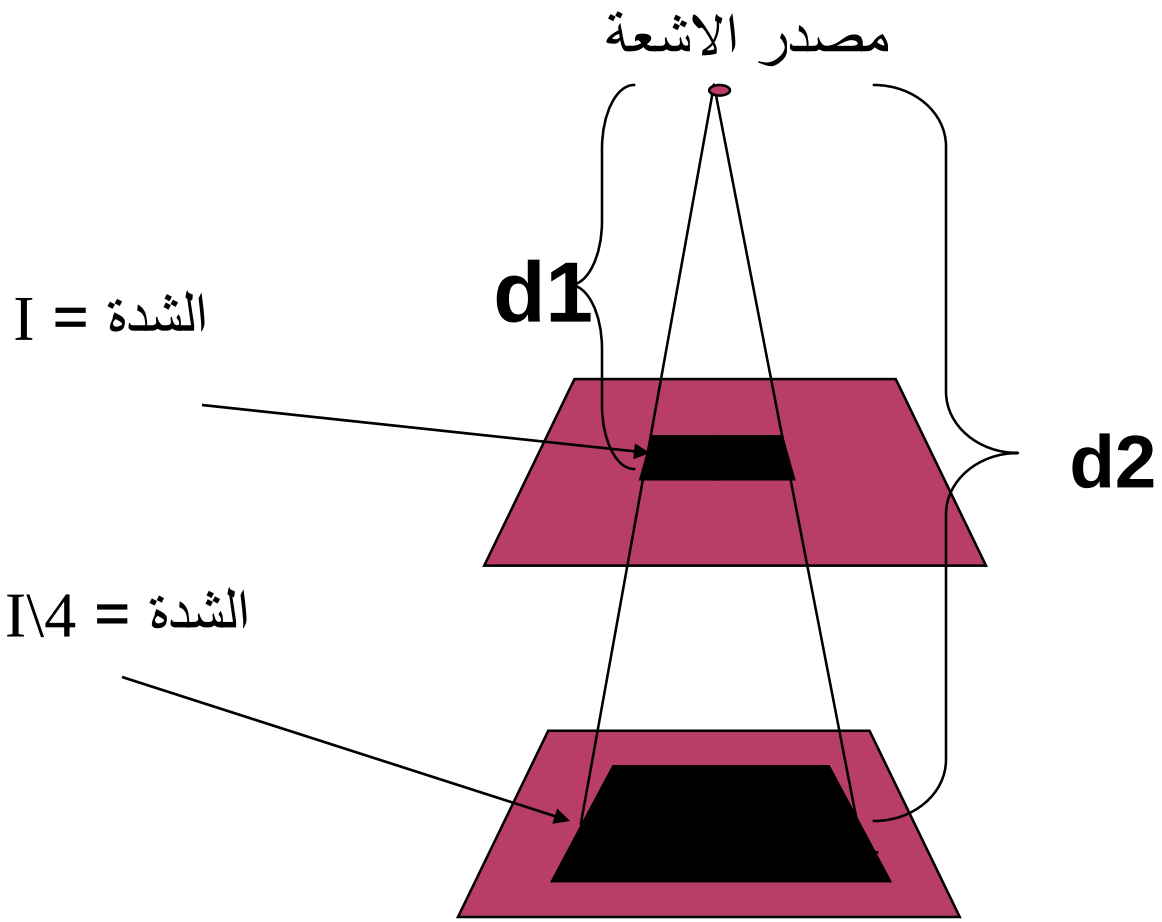
(2)مسافة المصدر – (SFD)
الفيلم

- هي من أهم العوامل التي تؤثر في زمن التعرض حيث أن شدة الأشعة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة
- مثال :

1. اذا كان لدينا مصدر علي بعد مسافة d1 وشدة اشعة I1 وزدنا المسافة الى (2d1) فإن شدة الأشعة ستكون (1/4I1) وهو ما يعرف بقانون التربيع العكسي
2. ومما سبق يتبين لنا أن المصدر المحدد عند المسافة(d2=2d1) يحتاج الي زمن يساوي 4 * الزمن المستخدم للمسافة (d1)

- زمن التعرض يتناسب عكسيا مع الشدة

مسافة المصدر – الفيلم (SFD)



قانون التربيع العكسي

- قانون التربيع العكسي :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{sfd_2^2}{sfd_1^2}$$

$$I_1 \alpha \frac{1}{E_1}, I_2 \alpha \frac{1}{E_2}$$

$$Thus$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{sfd_2^2}{sfd_1^2}$$

حيث:

1. E1هي زمن التعرض عند المسافة sfd1
2. E2هي زمن التعرض عند المسافة sfd2

RADIATION ABSORPTION BY THE SPECIMEN

(3)إمتصاص الأشعة بواسطة القطعة المختبرة

- الكثافة : الكثافة العالية تحتاج زمن تعرض أكثر وليس زمن تظهير أطول
- الثخانة : كل مازادت ثخانة المادة تحتاج زمن تعرض أكثر نتيجة الامتصاص العالي المقابل للثخانة العالية
- الرقم الذري: كل مازاد الرقم الذري كلما زاد امتصاص المادة للأشعة

USE OF RADIOGRAPHIC SCREEN
(4)استخدام الشاشات في التصوير الاشعاعي

- عندما نستخدم فرق جهد 100 كيلوفولت أو أقل ليس للشاشات أي تأثير علي تركيز الصورة
- تركيز الصورة في فرق الجهد العالي ومع مصادر أشعة غاما يكون إستخدام الشاشات ذو تأثير كبير في تركيز الصورة ويزيد بزيادة طاقة الأشعة المستخدمة

kV/Source	Intensification
<100	1
100	1
150	2
200	3
300	4
Ir-192	2.9
Cs-137	2.7
Co-60	1.75

(5) الفلتر: الفلتر يمتص الأشعة ذات الطاقة الضعيفة وبالتالي يزيد من زمن التعريض المطلوب

(6) التظهير : الكثافة المطلوبة على الفبلم يجب أن تكون بحساب زمن التعريض الكافي لا بزيادة زمن التظهير

(7) نوع الفيلم المستخدم : الفيلم السريع يحتاج زمن تعرض أقل والعكس بالعكس

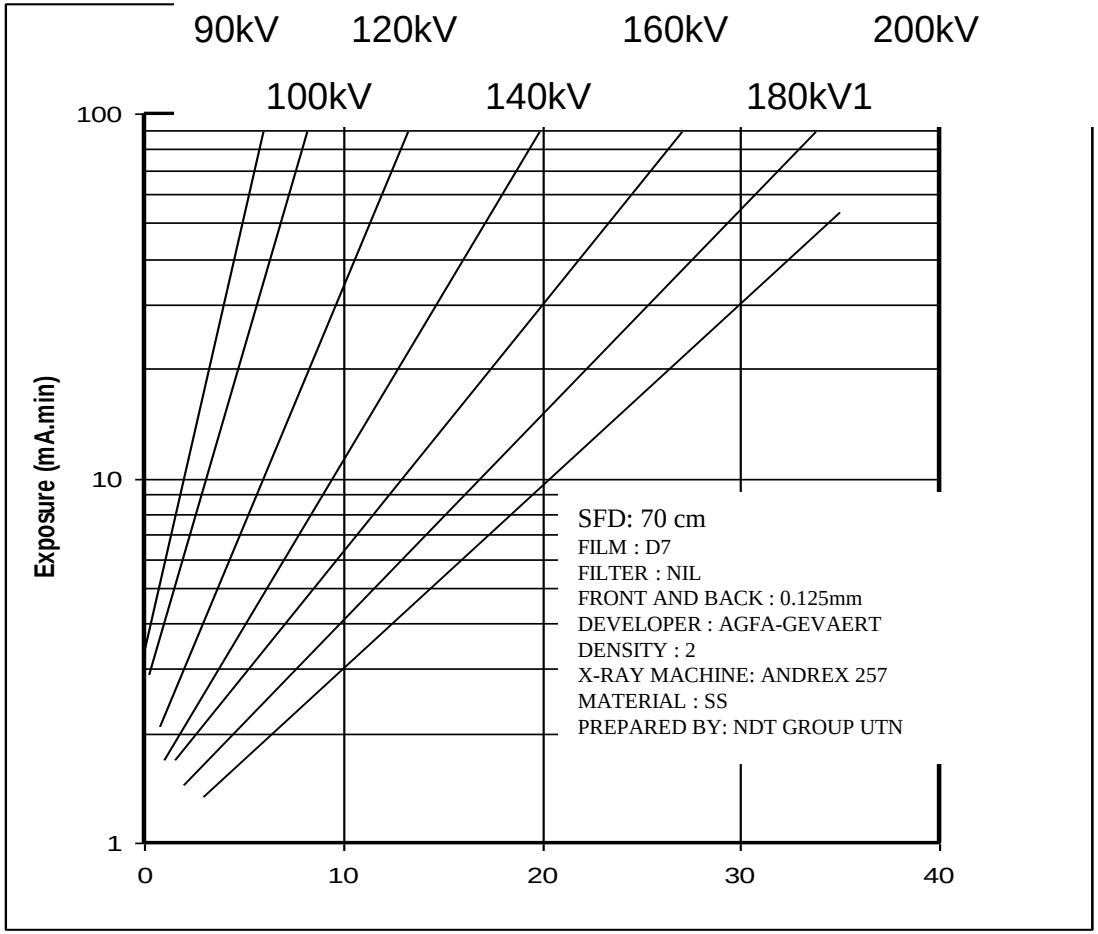
THE USE OF EXPOSURE CHART

منحني التعريض EXPOSURE CHART

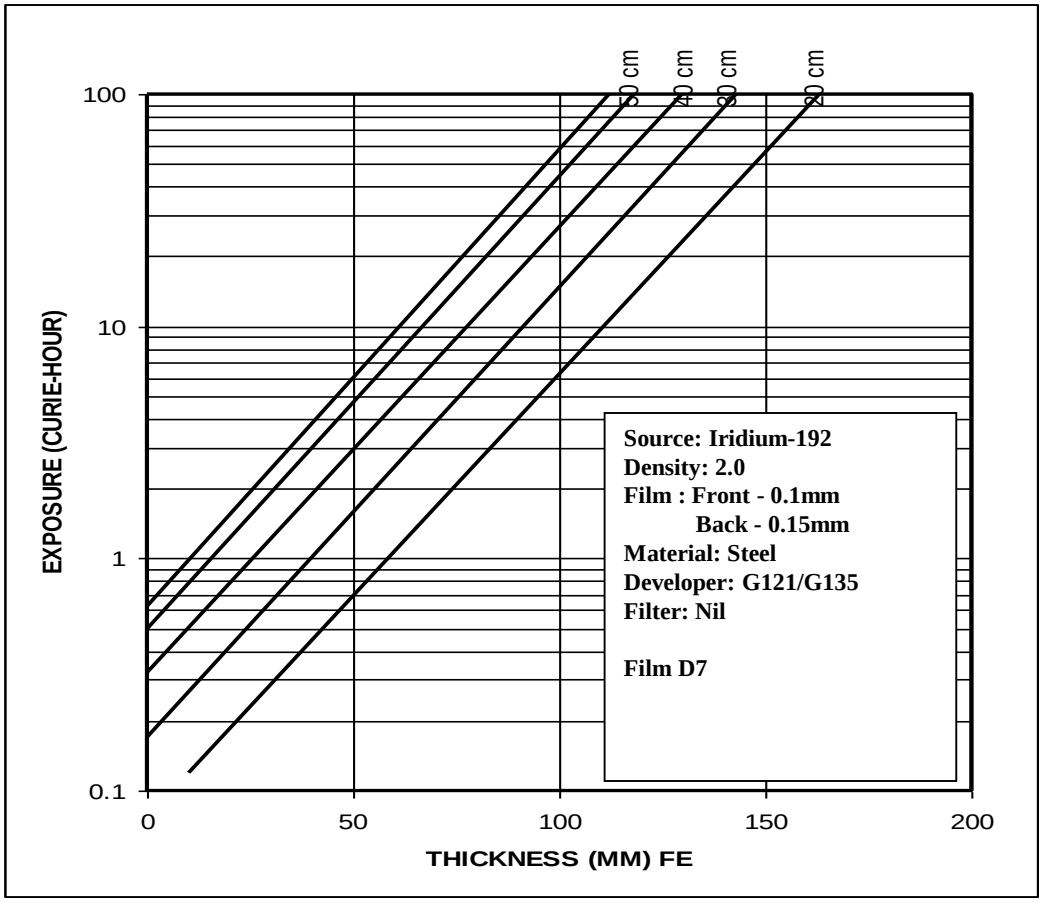
- هو عبارة عن رسم يبين العلاقة بين زمن التعريض وثخانة الجسم المختبر تحت ترتيبات محددة
- بعض هذه الترتيبات مثلا (اشعة إكس):

1. نوع جهاز اشعة إكس
2. نوع الفيلم
3. كثافة الفيلم
4. طبيعة التظهير
5. نوع المادة المختبرة
6. نوع الشاشات المستخدمة
7. بعد فتحة الأنبوب من الفيلم
8. نوع الفلتر وثخانته

EXAMPLE OF X-RAY EXPOSURE CHART

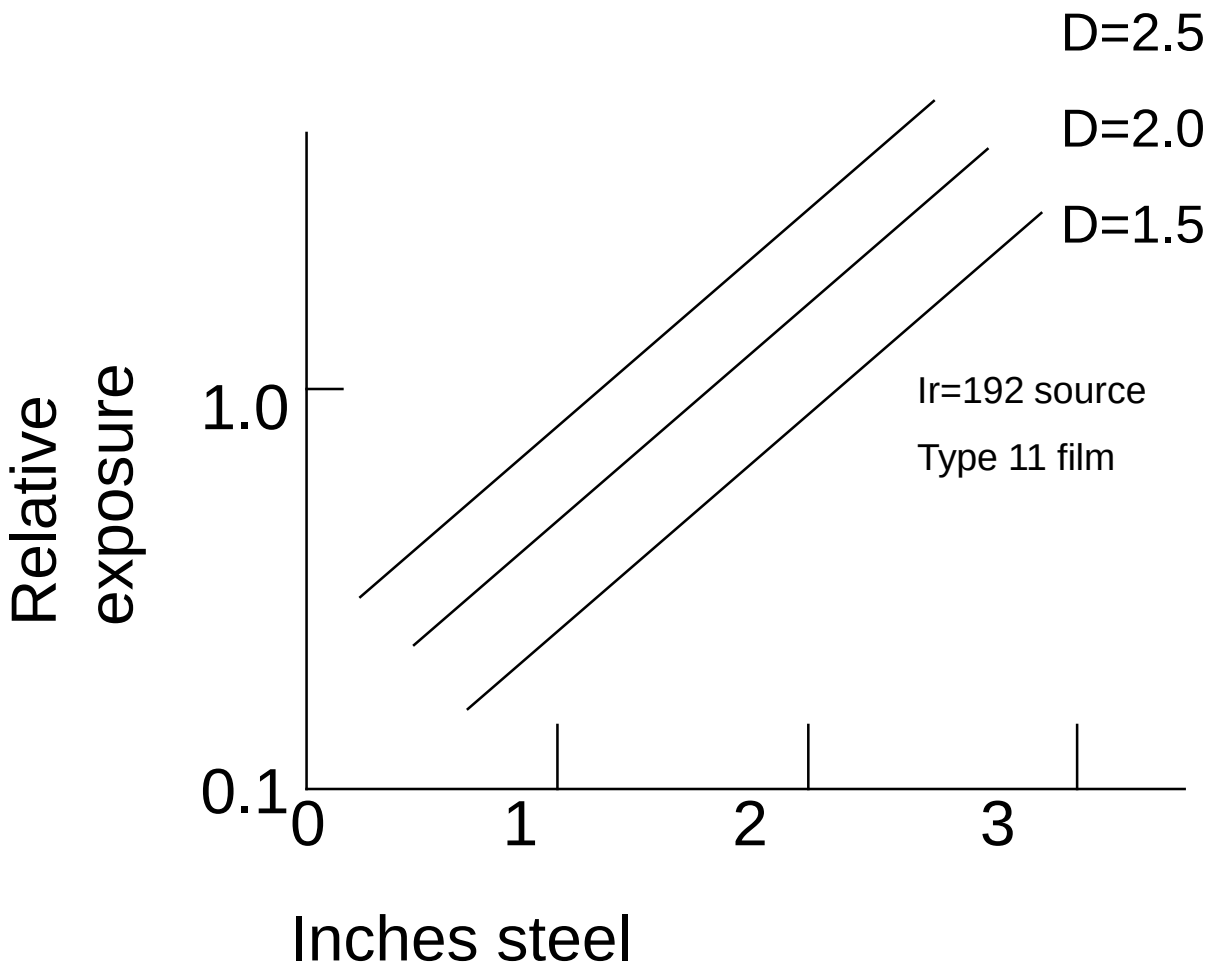


GAMMA RAY EXPOSURE CHART



Gamma ray exposure chart

Gamma radiography exposure chart-type 2



APPLICATION OF EXPOSURE CHARTS

إستخدامات منحني التعريض

- لحساب زمن التعريض مباشرة
- يستخدم لحساب التعريض المختلف الذي ينتج بسبب التغيير في بعد الفيلم –المصدر
- يستخدم لحساب زمن التعريض مع التغيير في نوع الأفلام
- يستخدم لحساب زمن التعريض مع التغيير في المواد المختبرة باستخدام مكافئ الثخانة للتصوير الإشعاعي

Radiography Equivalent

مكافئ التصوير الاشعاعي

- السماكة المكافئة لمادة معينة هي السماكة التي تمتص كمية معينة من الاشعة تساوي نفس المقدار الممتص من الاشعة من مادة أخري (الفولاذ)من مصدرأشعة ذو طاقة معينة (100 مثلاً كيلوفولت مثلا)

مكافئ التصوير الإشعاعي لبعض المواد مقارنة بالفولاذ

Operating energies

Metal or Alloy	50 kV	100 kV	140 kV	220 kV	250 kV	400 kV	1000 kV	2000 kV	6 to 31MeV	Ir-192	Co-60	Ra-226
	0.08	0.08	0.12	0.18			0.35	0.35	0.4			
Al1100	0.12	0.12	0.13	0.14	0.35		0.35					
Al2024	0.05	0.05	0.05	0.08								
Mg												
Carbon Steel	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
St.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Steel (18-8)		1.5	1.5	1.4	1.4	1.2		1.1	1.1			
Cu		1.7	1.5	1.2								
Monel		14	11	3.0	2 .5	2.4	4.0		2.3	2.3		
Pb		2.4	2.0	1.9	1.7	1.5	1.0					
Zr		18	16	12								
U												

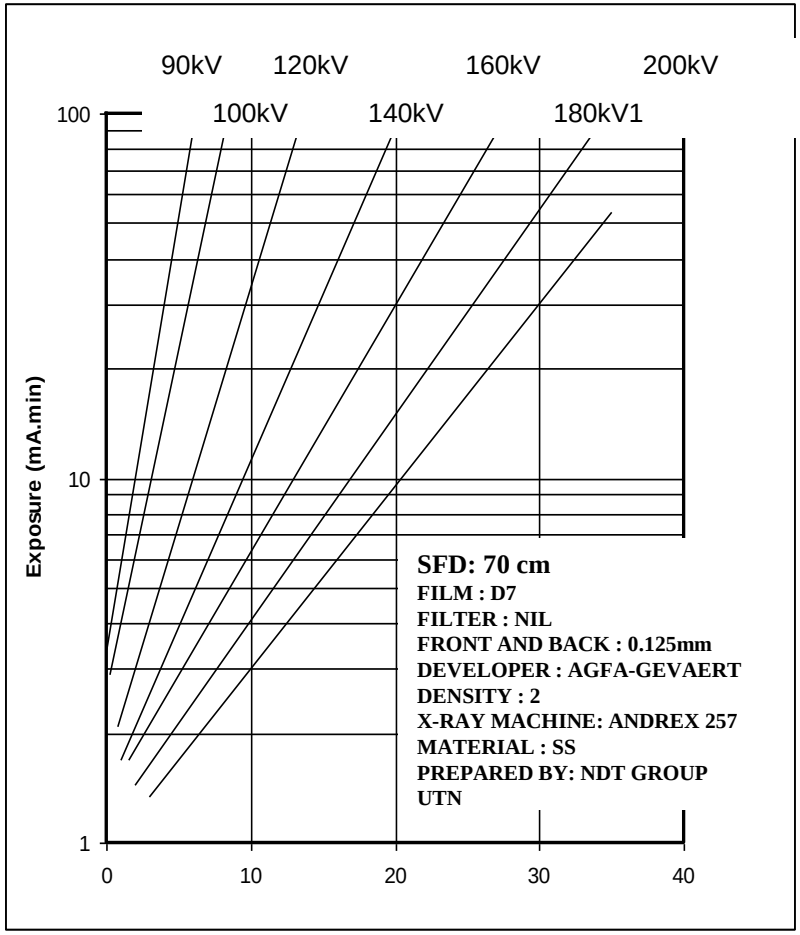
أمثلة

- إذا طبقنا فرق جهد 100 ك.ف لثخانة 1“ من الالمونيوم فهي تمتص قدر من الاشعة = 0.08” من الفولاذ
- وفي نفس الظروف فإن 1.5“ من الالمونيوم تحتاج لجرعة مكافئة =1.5 * 0.08 = 0.12”من الاستيل

- إذا طبقنا فرق جهد 100 ك.ف لثخانة 1“ من النحاس فهي تمتص قدر من الاشعة = 1.5” من الفولاذ

- وفي نفس الظروف فإن 1.5“ من النحاس تحتاج لجرعة مكافئة =1.5 * 1.5 =2.25 ”من الاستيل

حساب زمن التعرض بإستخدام منحني التعريض



Please calculate the exposure required to examine a circumferential aluminium pipe weld of 20” dia. and 0.5” thickness by using a DWSI technique. Other parameters remain constant as those specified in the x-ray exposure chart.

ASSIGNMENT-x-ray

Please calculate the exposure time for getting the radiographic density of 2 for the following case:

1. **15mm plate weld at sfd=70cm**
2. **20 mm plate weld at sfd=110cm**
3. **Circumferential pipe weld, dia=36”, thickness=0.75”, technique: dwsi**
4. **Circumferential pipe weld, dia=3”, thickness= 0.25” technique: DWDI**
5. **Circumferential pipe weld, dia=36”, thickness 0.75” technique: SWSI focal point at the centre**
6. **In cases 1-6, what would be the exposure time if the film used is now changed to D4**

ASSIGNMENT-gamma ray

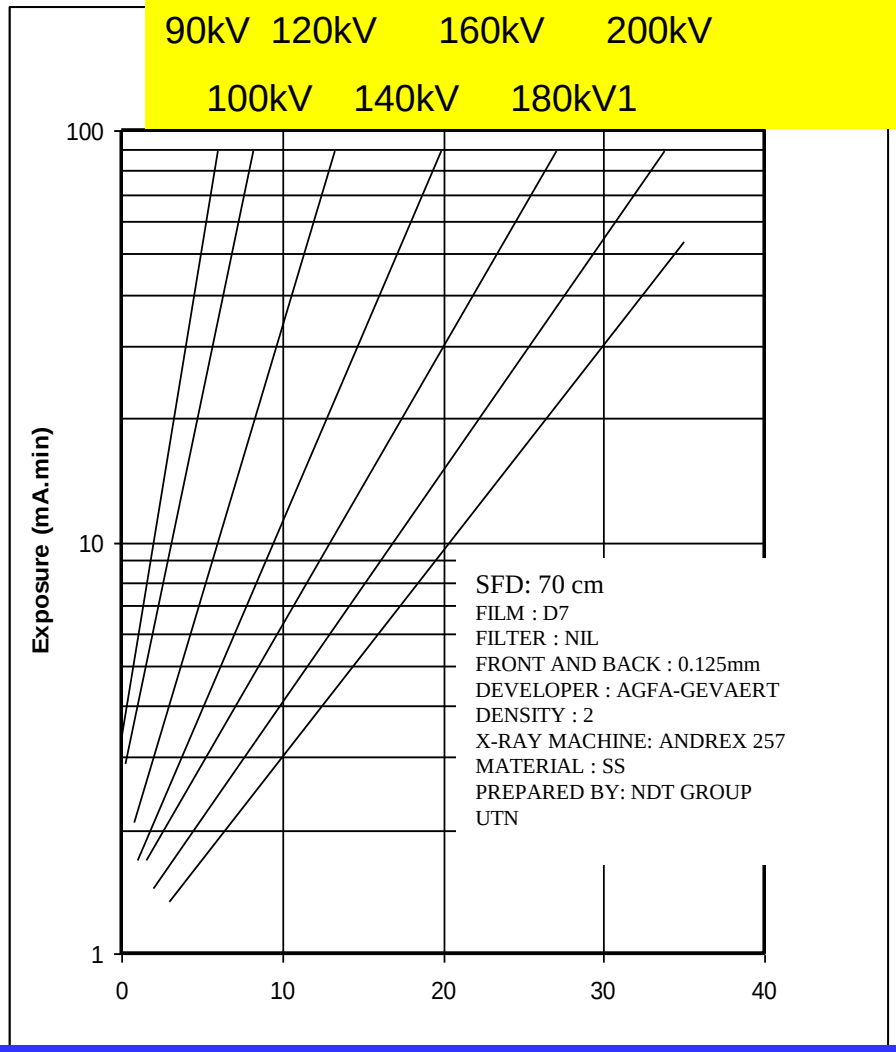
Please calculate the exposure time for getting the radiographic density of 2 for the following case:

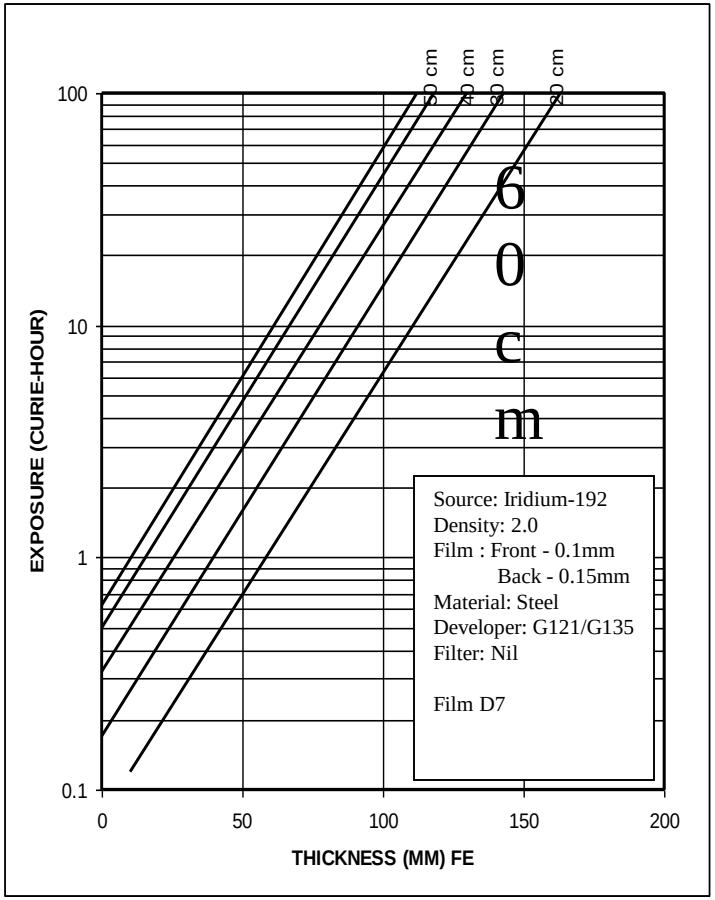
1. **1" plate weld at sfd=50cm**
2. **20 mm plate weld at sfd=110cm**
3. **Circumferential pipe weld, dia=36", thickness=1", technique: dwsi**
4. **Circumferential pipe weld, dia=3", thickness= 0.5" technique: DWDI**
5. **Circumferential pipe weld, dia=36", thickness 1" technique: SWSI focal point at the centre**
6. **In cases 1-6, what would be the exposure time if the film used is now changed to D4**

Exposure Chart for X- and Gamma Ray

90kV 120kV 160kV 200kV

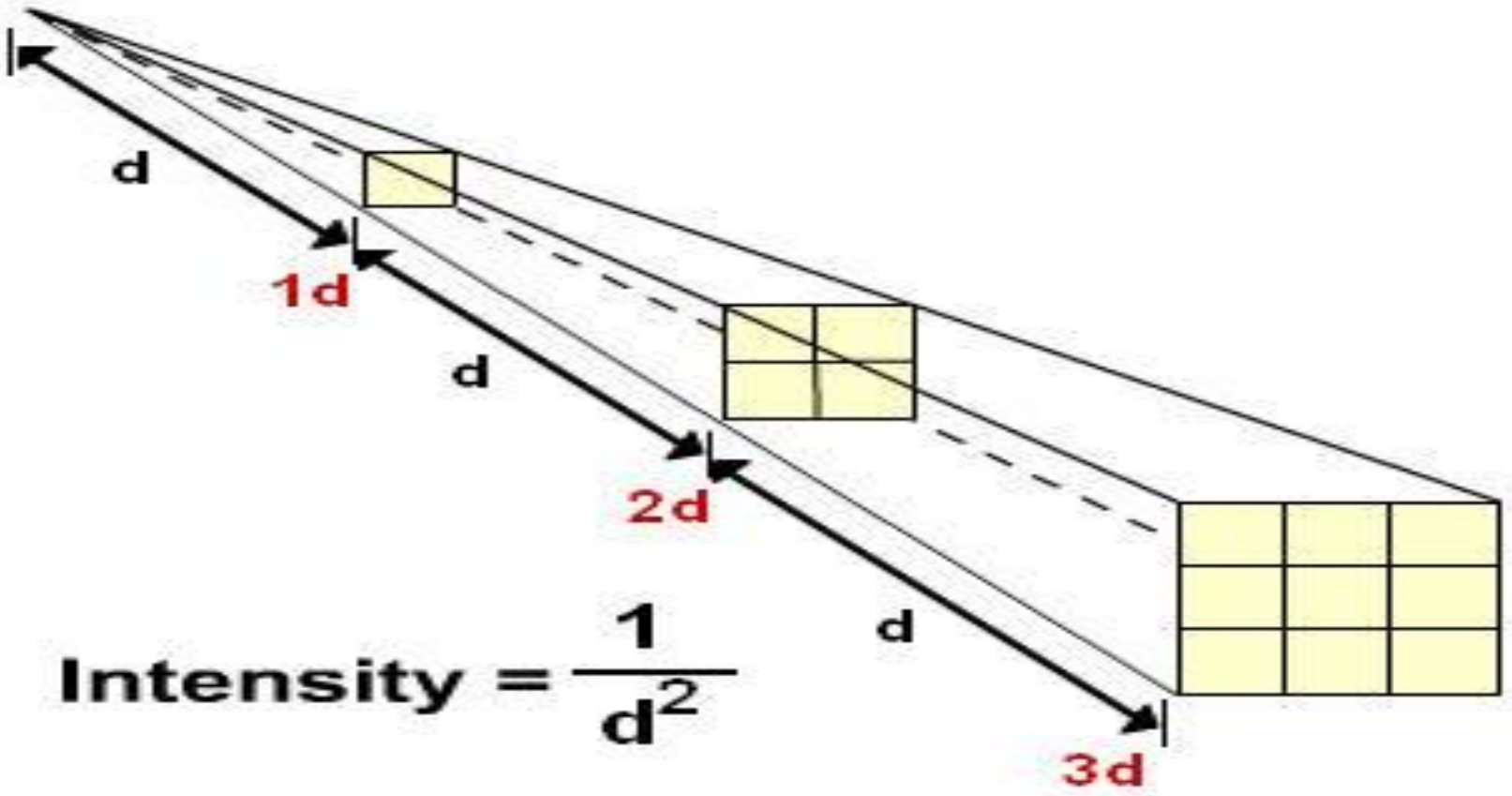
100kV 140kV 180kV1



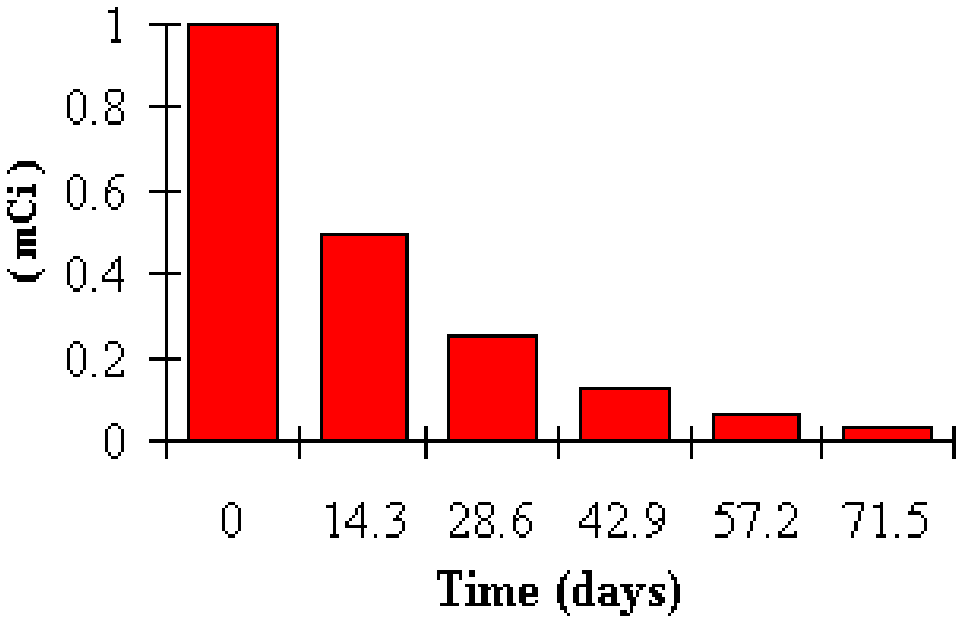


X-ray Exposure chart

Gamma ray exposure chart

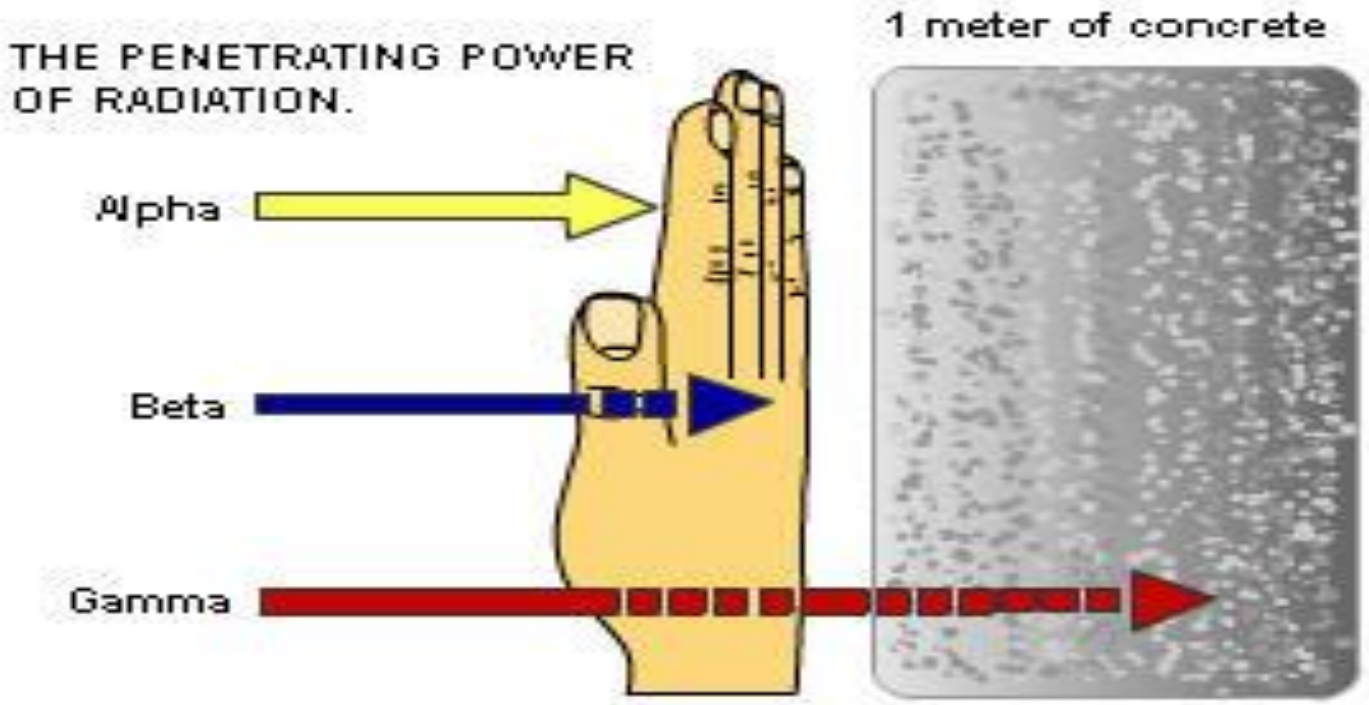


- Inverse square law



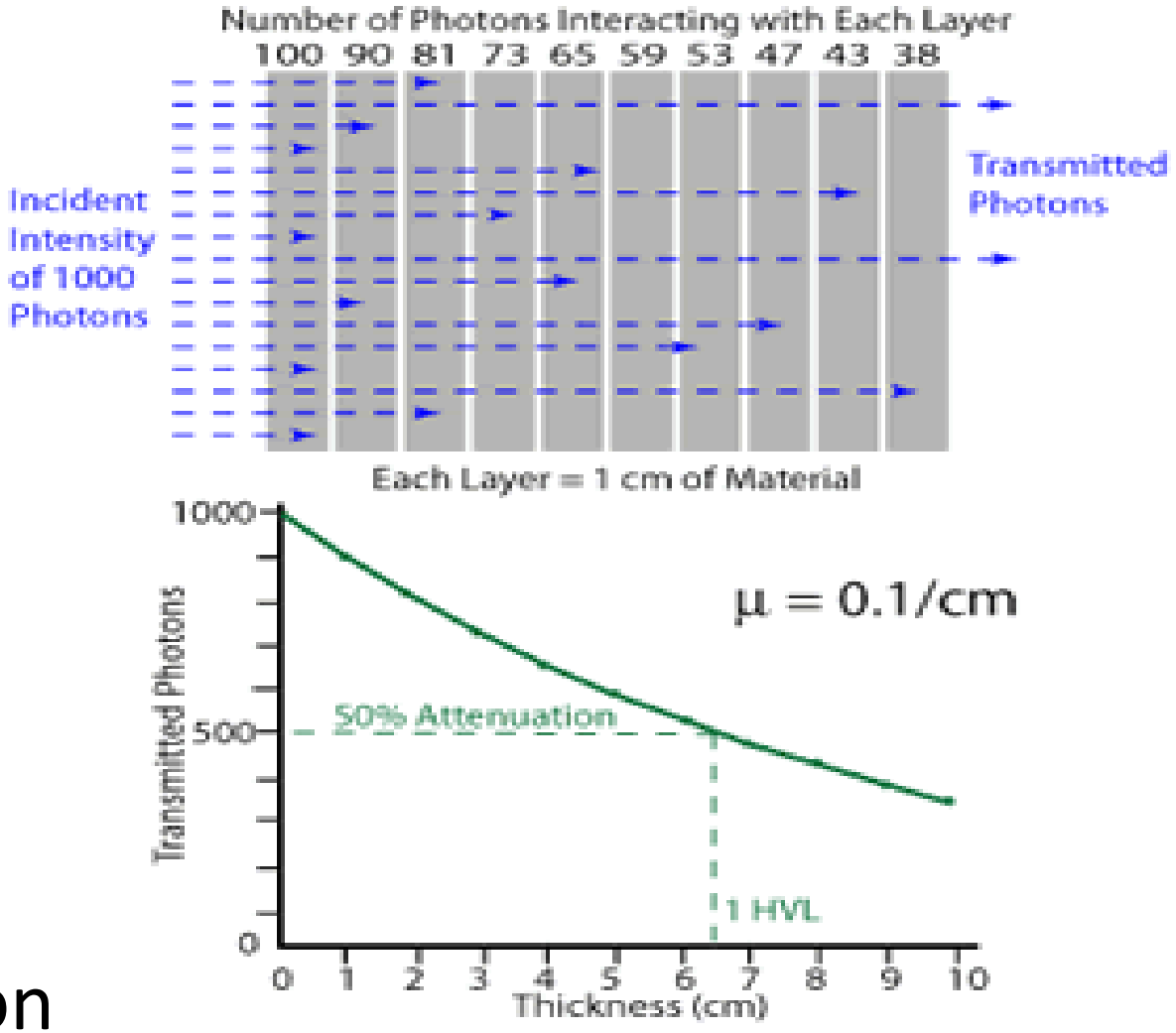
- Half life

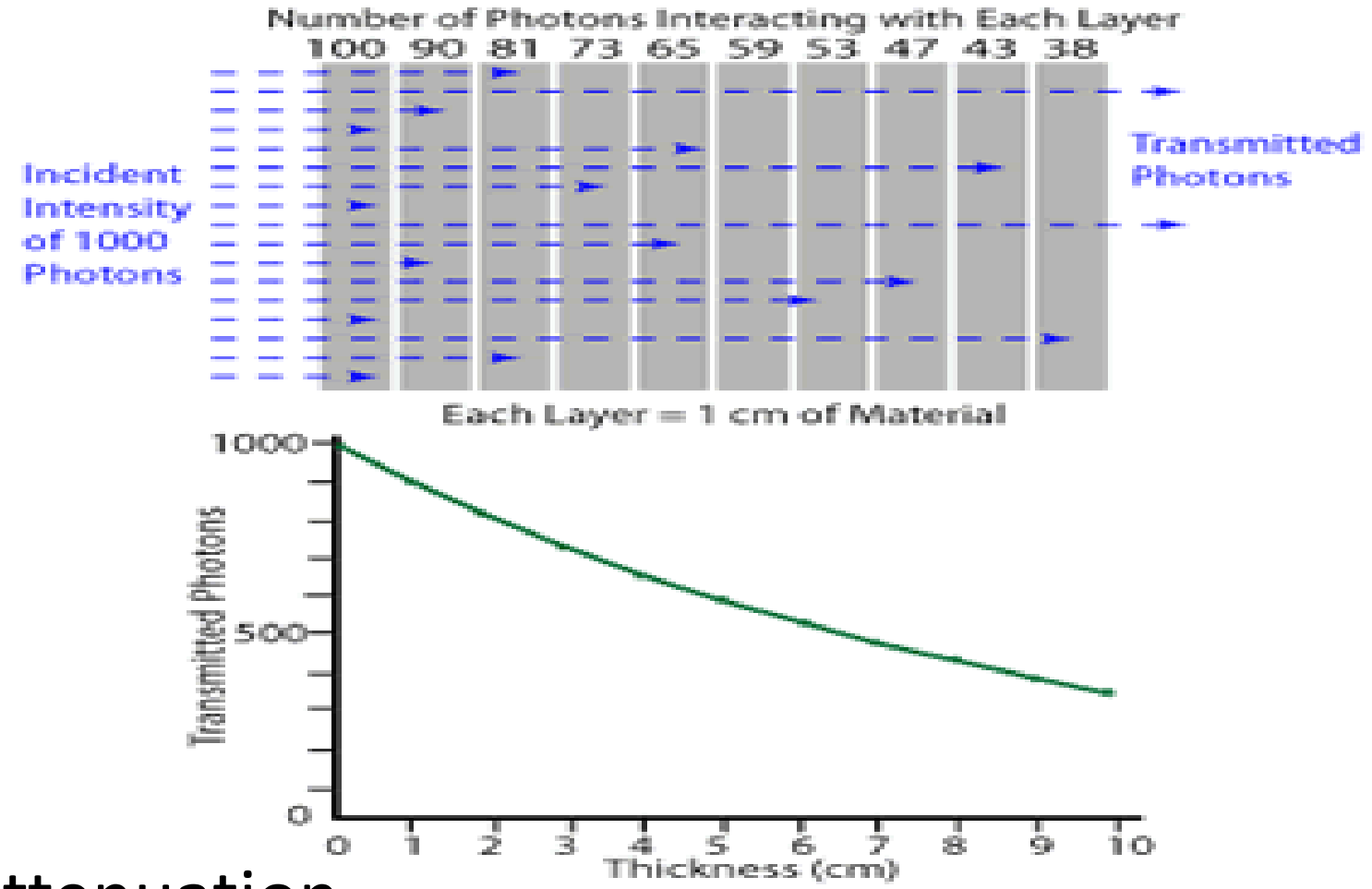
- Sign



- Attenuation

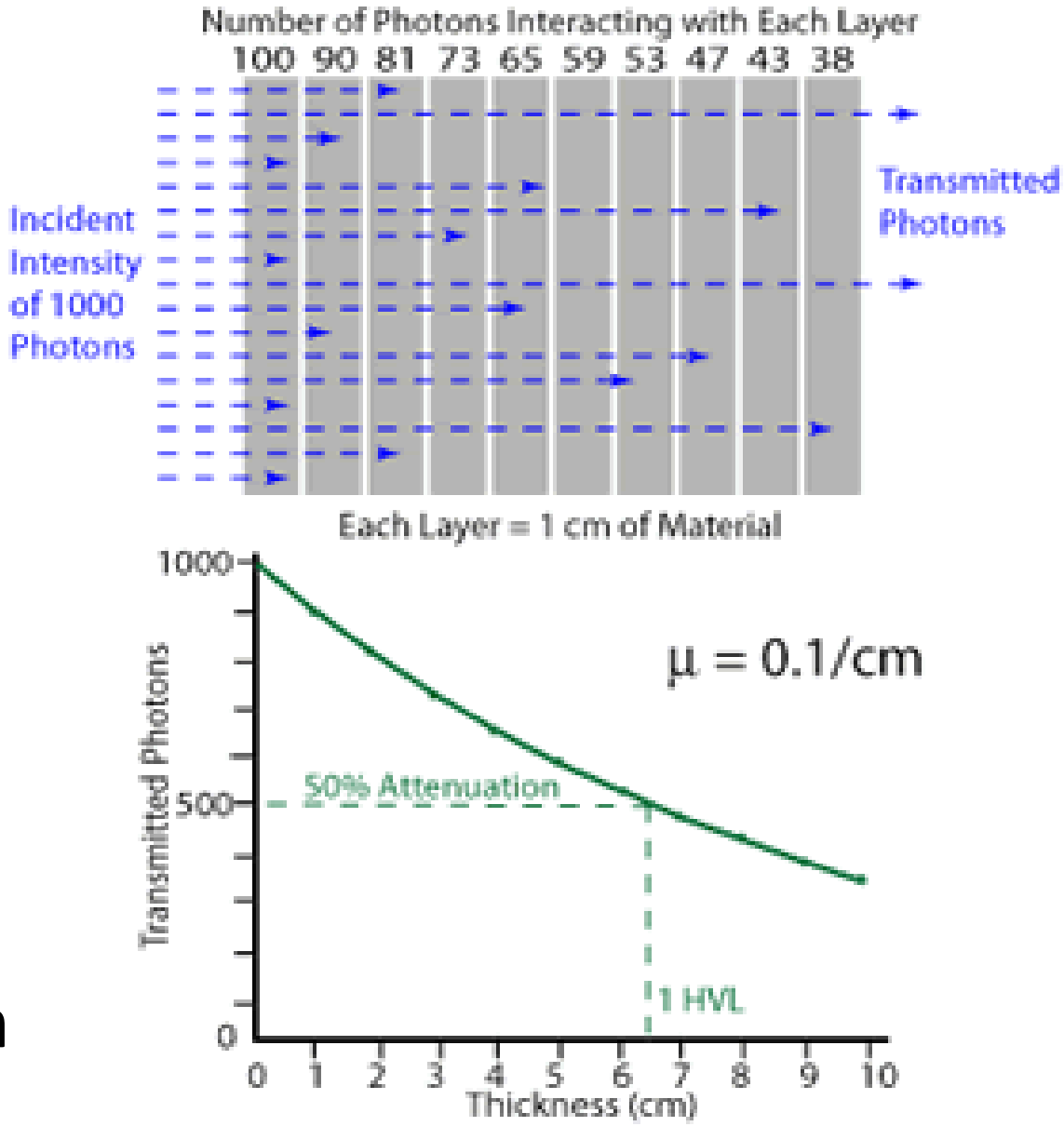
- Attenuation

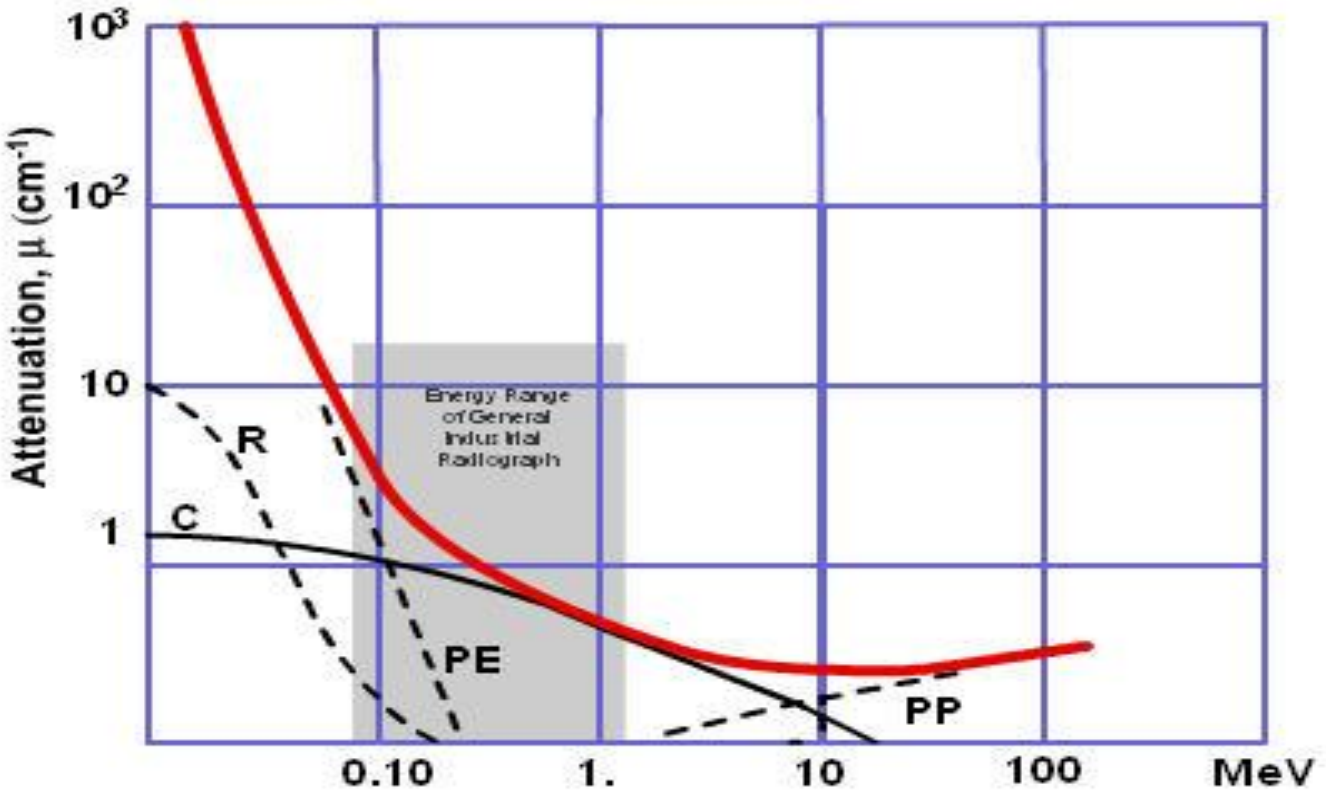




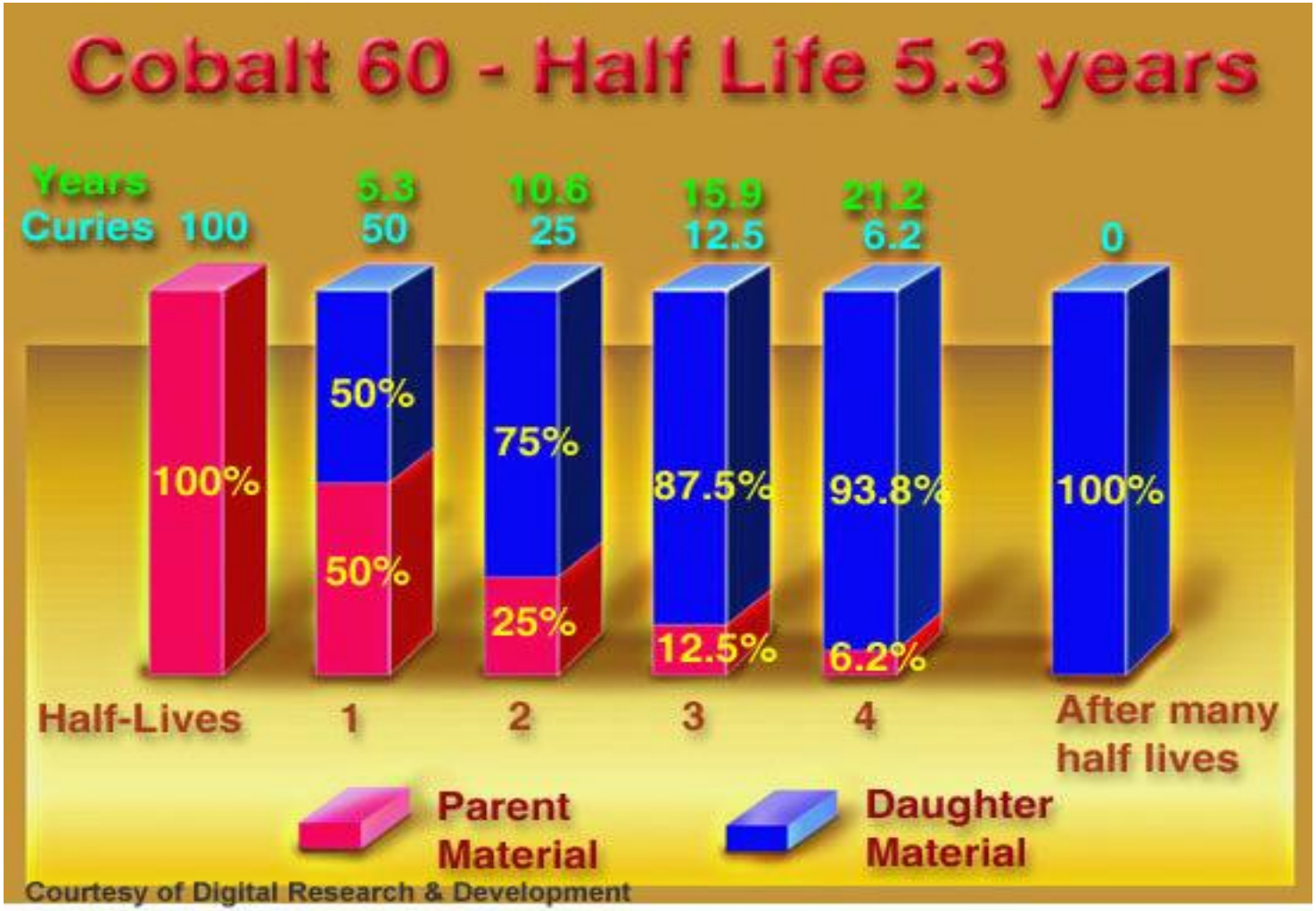
- Attenuation

- Attenuation

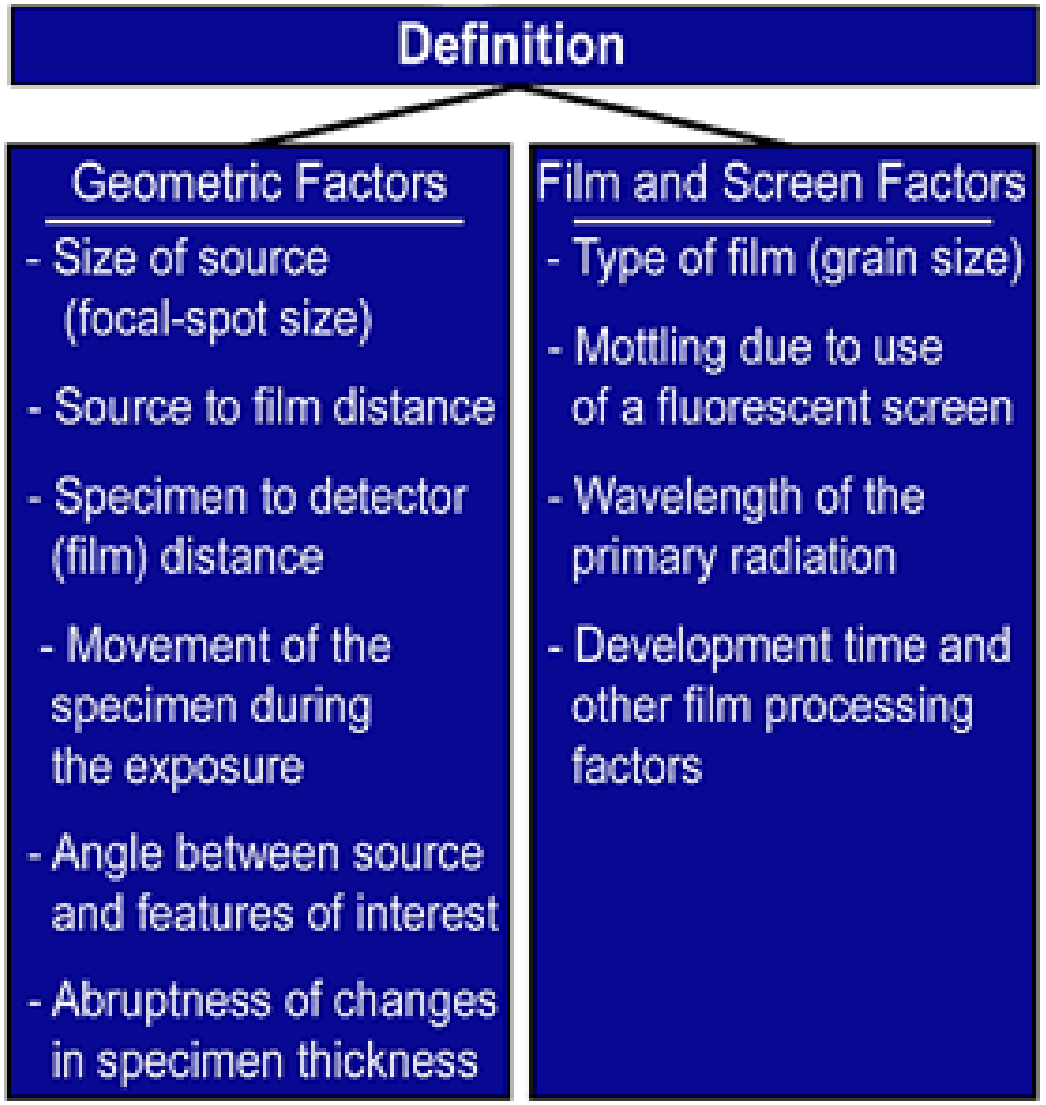




- Attenuation coefficient graph

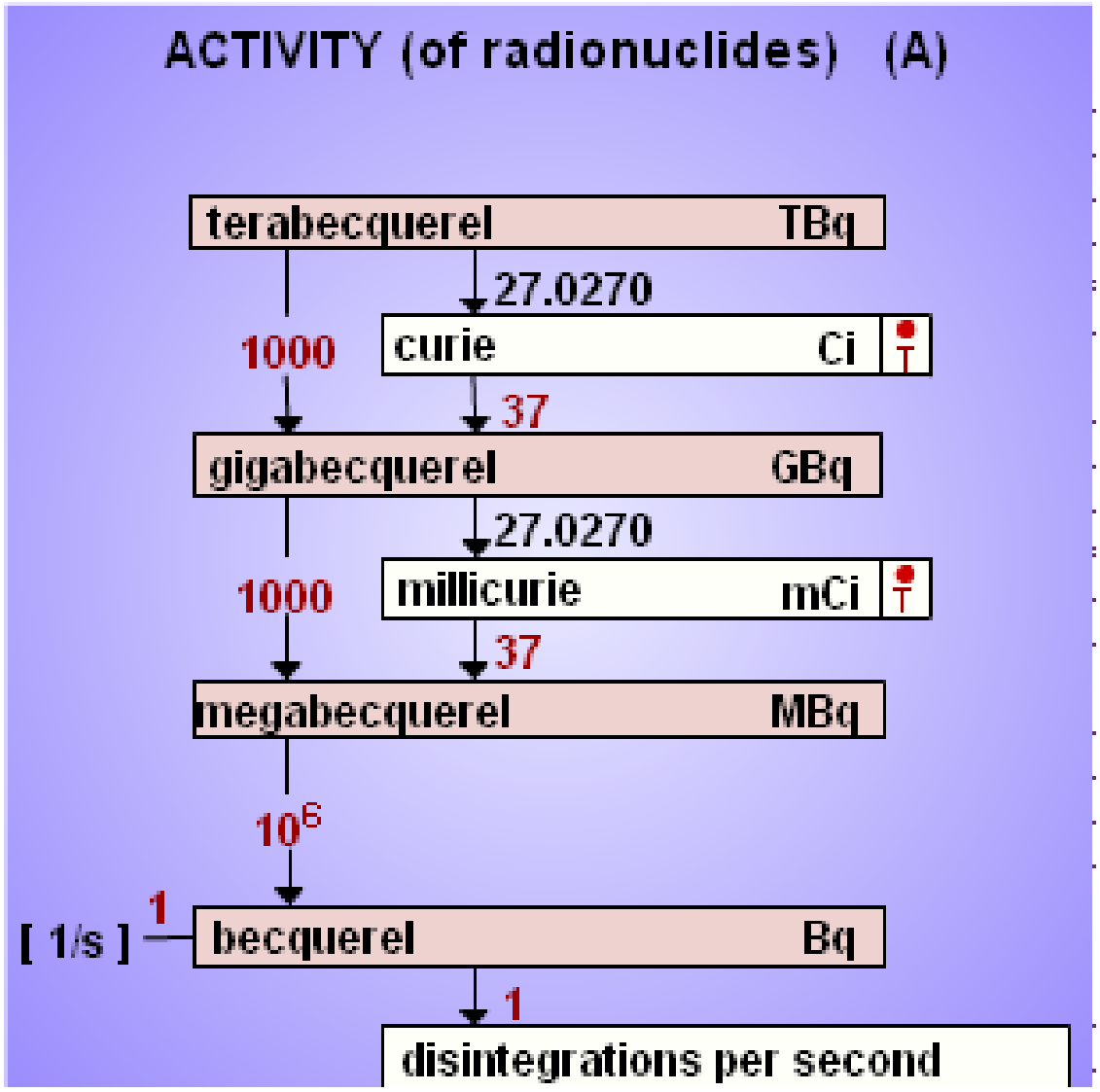


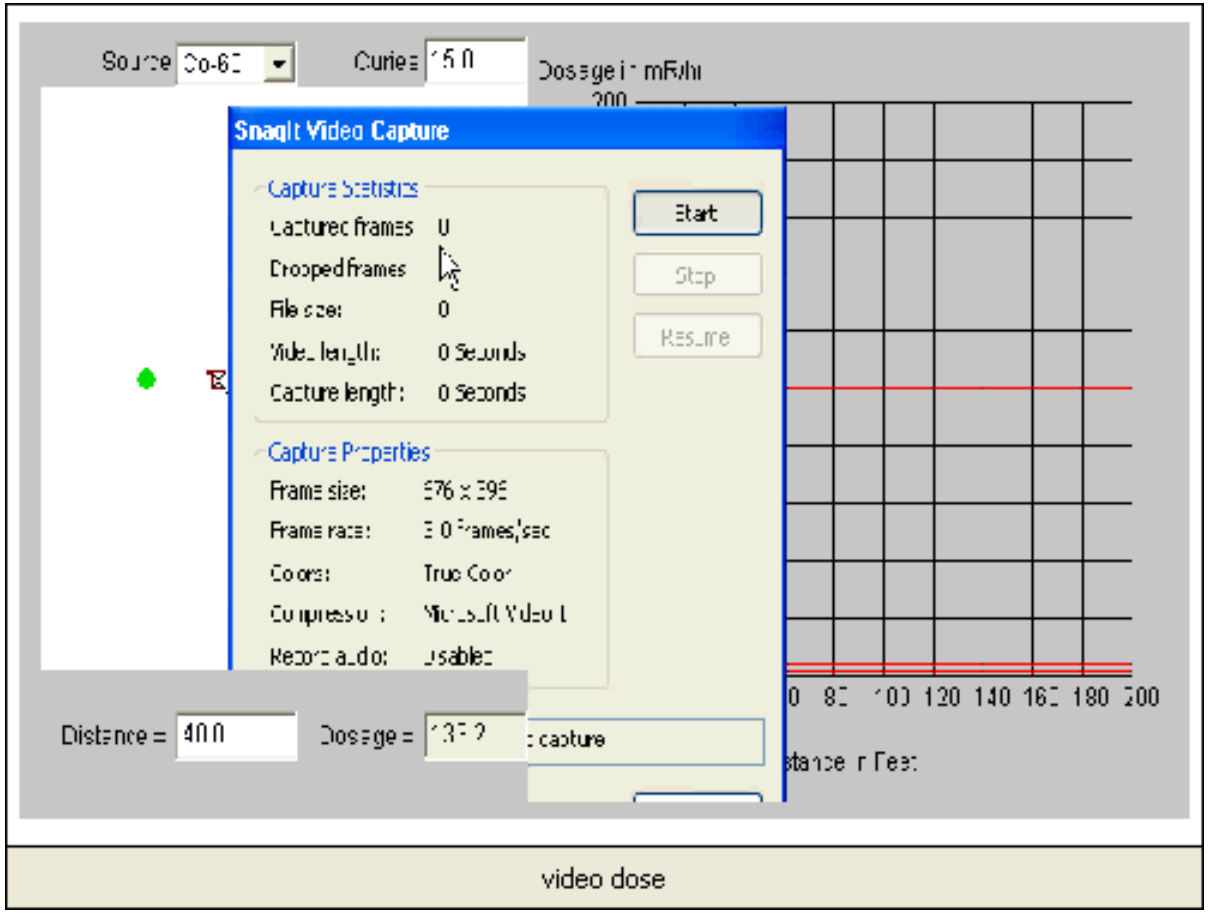
- Cobalt half life



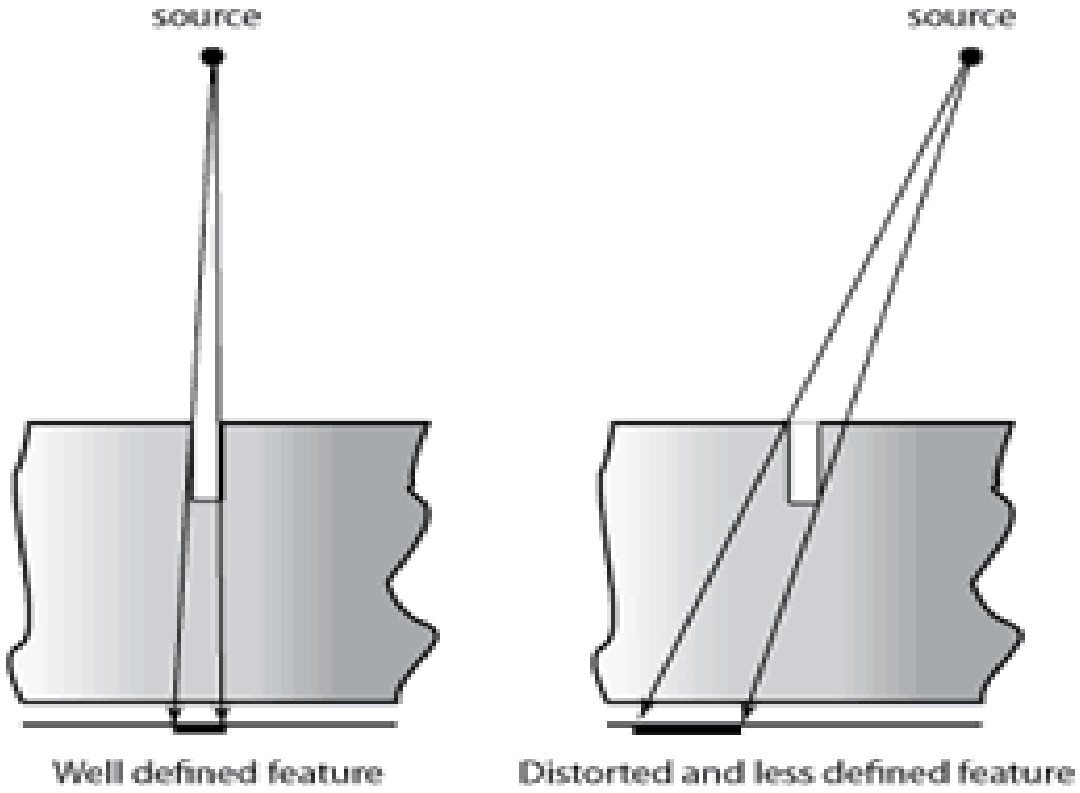
- DEFINITION CHART

- Activity

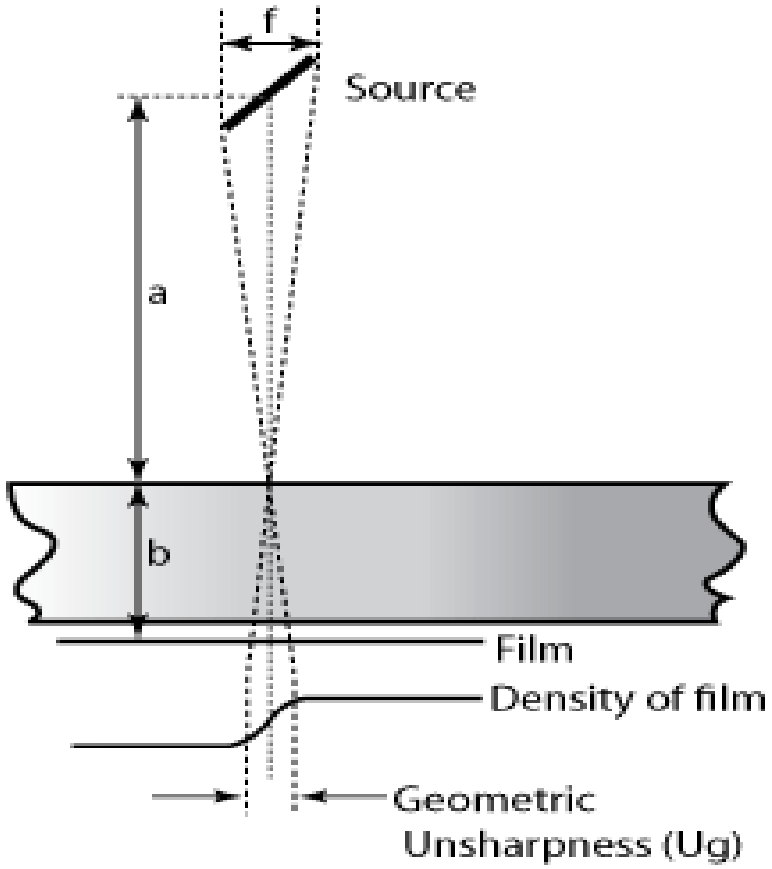

ACTIVITY (of radionuclides) (A)
terabecquerel TBq
27.0270
1000
curie Ci
37
gigabecquerel GBq
27.0270
1000
millicurie mCi
37
megabecquerel MBq
10^6
[1/s]
1
becquerel Bq
1
disintegrations per second


Source Co-6
Curies
Dosage in mR/hr
200
SnagIt Video Capture
Capture Statistics
Captured frames 0
Dropped frames
File size: 0
Video length: 0 Seconds
Capture length: 0 Seconds
Capture Properties
Frame size:
Frame rate:
Colors:
Compressor:
Record audio:
Start
Stop
Resume
Distance = 400
Dosage =
capture
0 80 100 120 140 160 180 200
stance in Feet

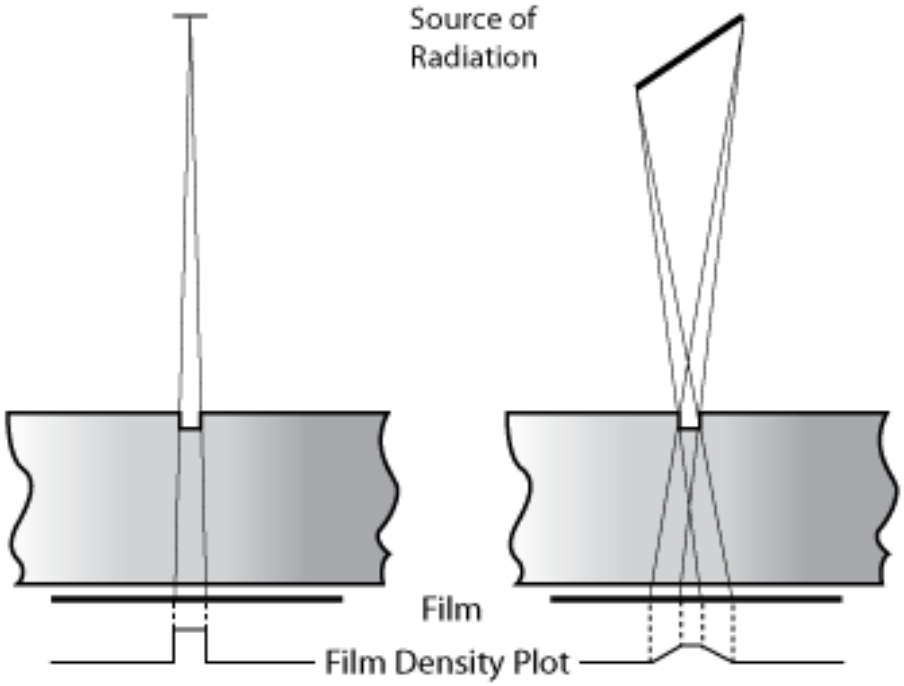
video dose


source
source
Well defined feature
Distorted and less defined feature

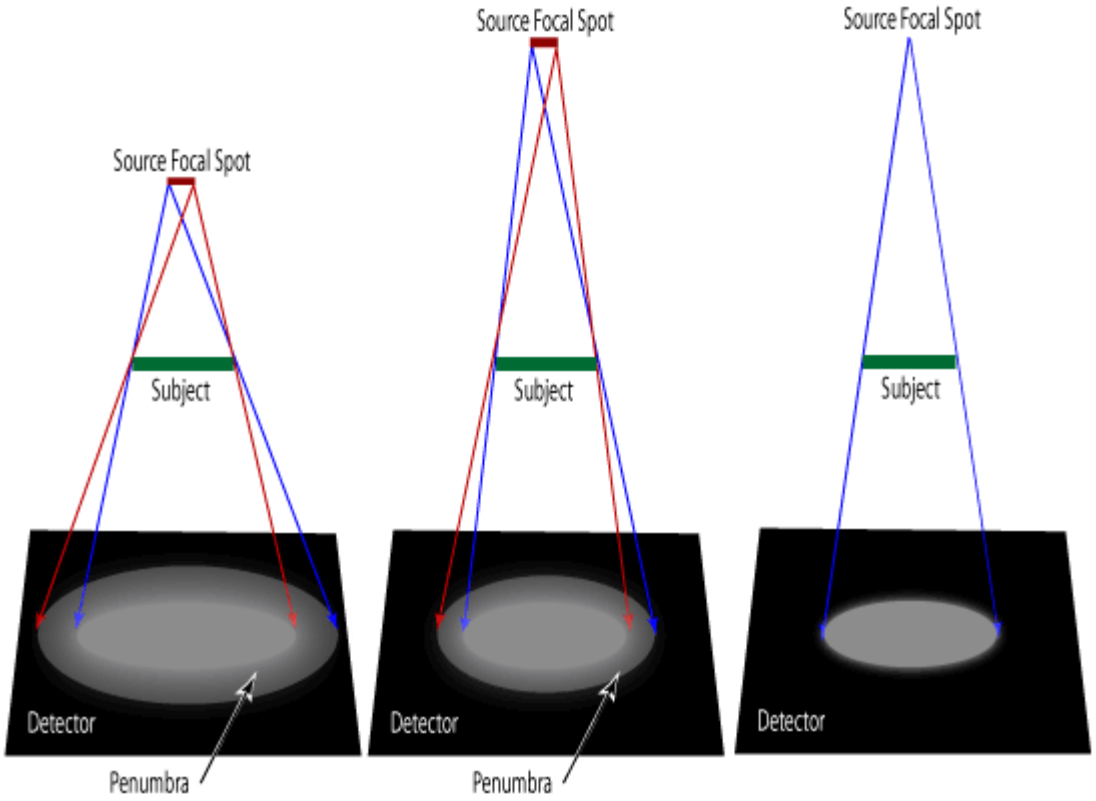
- DISTORTION



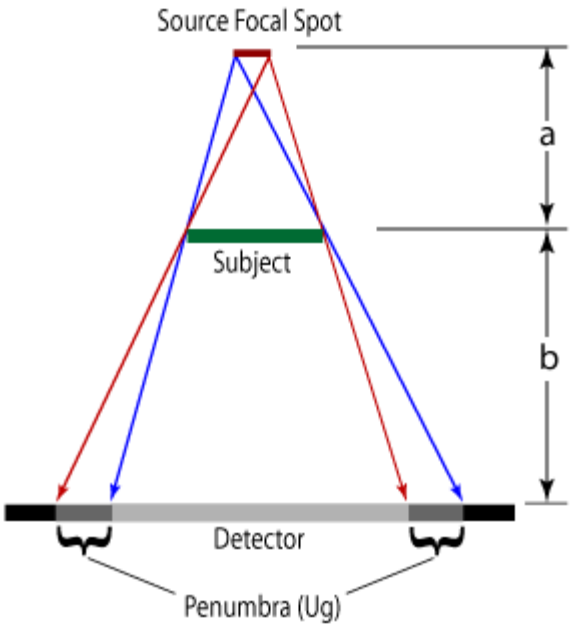
- Geometric unsharpness



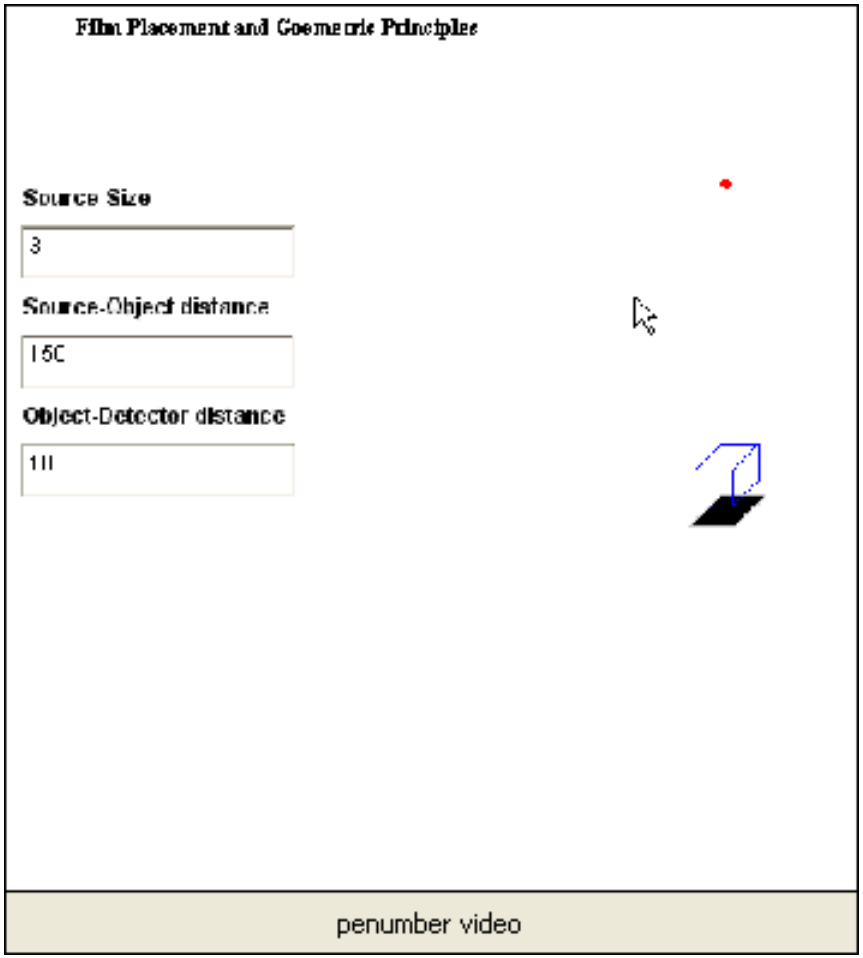
- Geometric unsharpness

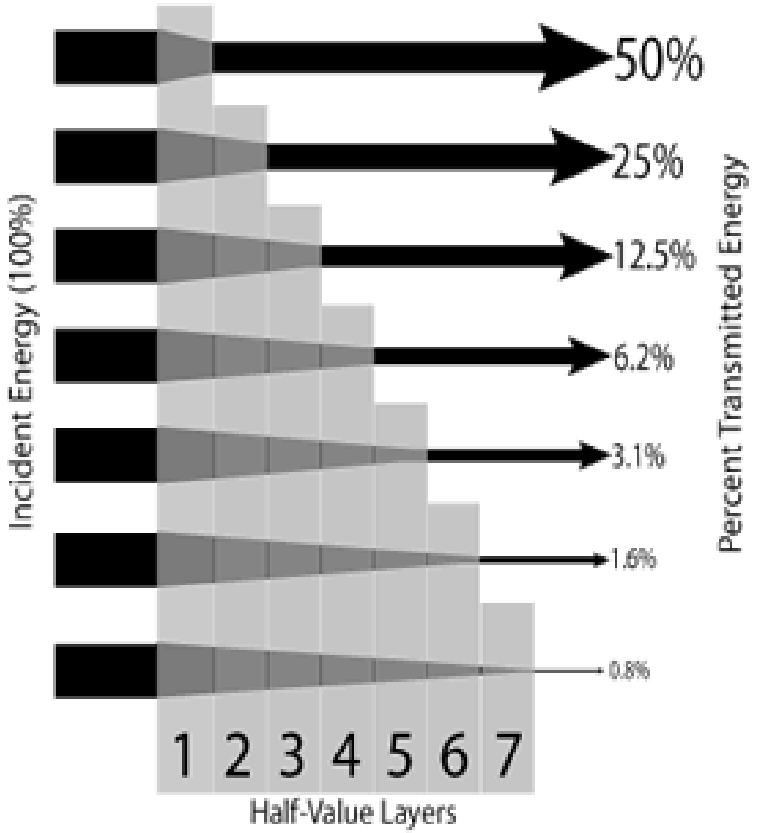

Source Focal Spot
Subject
Detector
Penumbra
Source Focal Spot
Subject
Detector
Penumbra
Source Focal Spot
Subject
Detector

- Penumbra

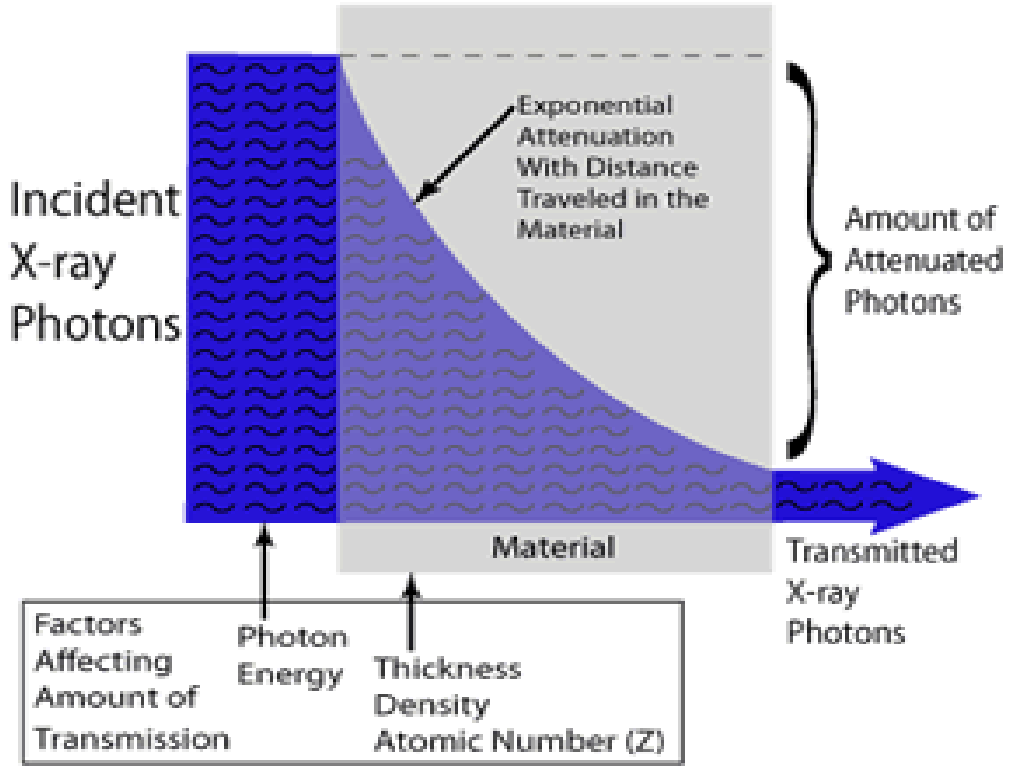


- penumbra

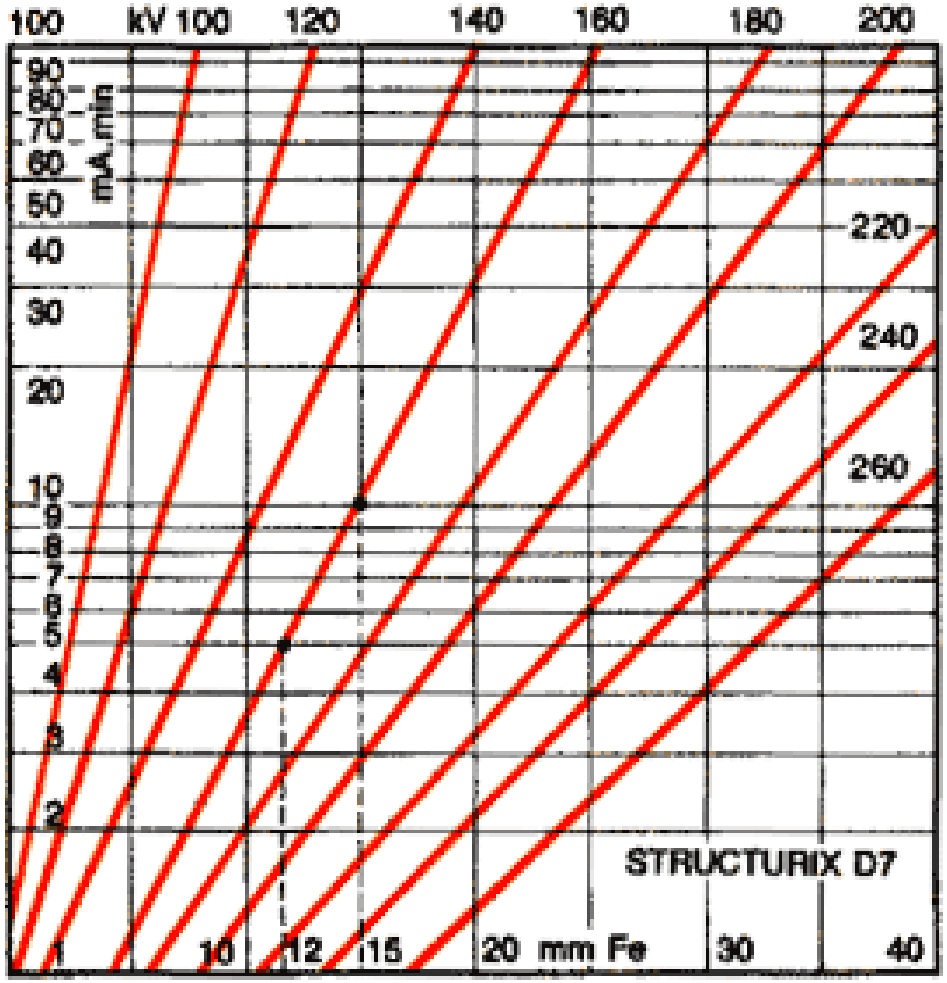

Film Placement and Geometric Principles
Source Size
3
Source-Object distance
150
Object-Detector distance
111
penumber video



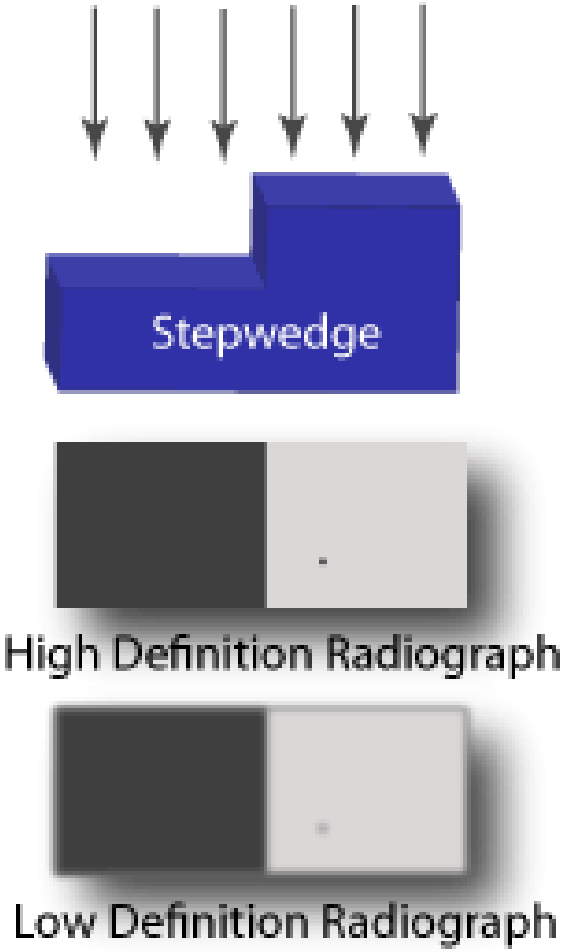
- Half value layer



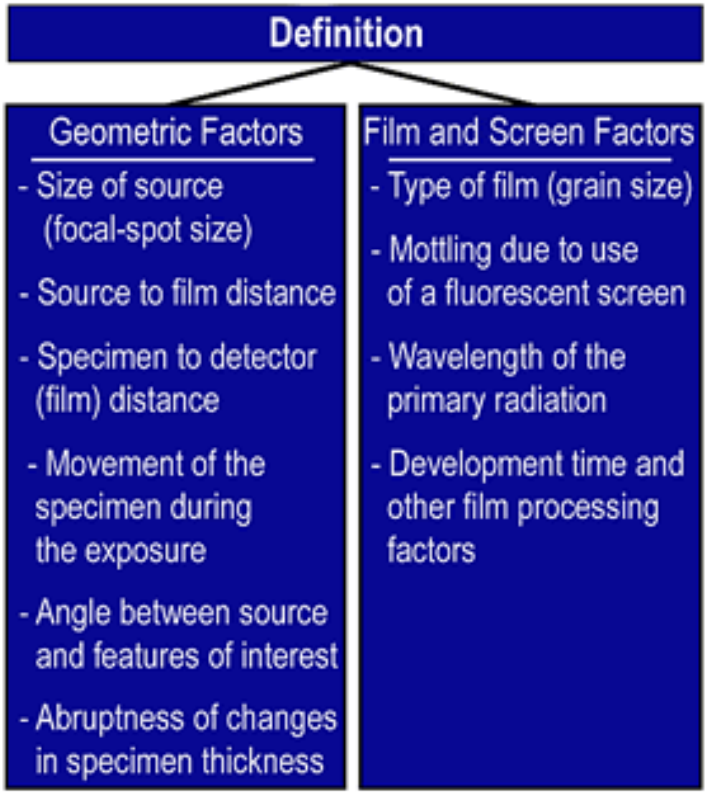
- Photon absorption



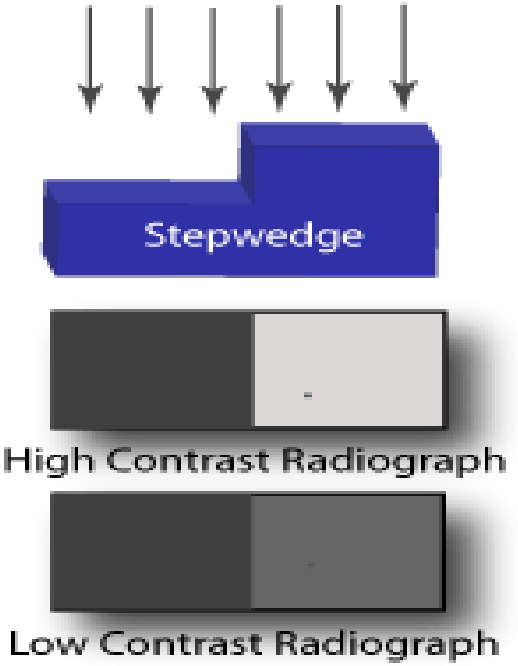
- Exposure chart x rays


Stepwedge
High Definition Radiograph
Low Definition Radiograph

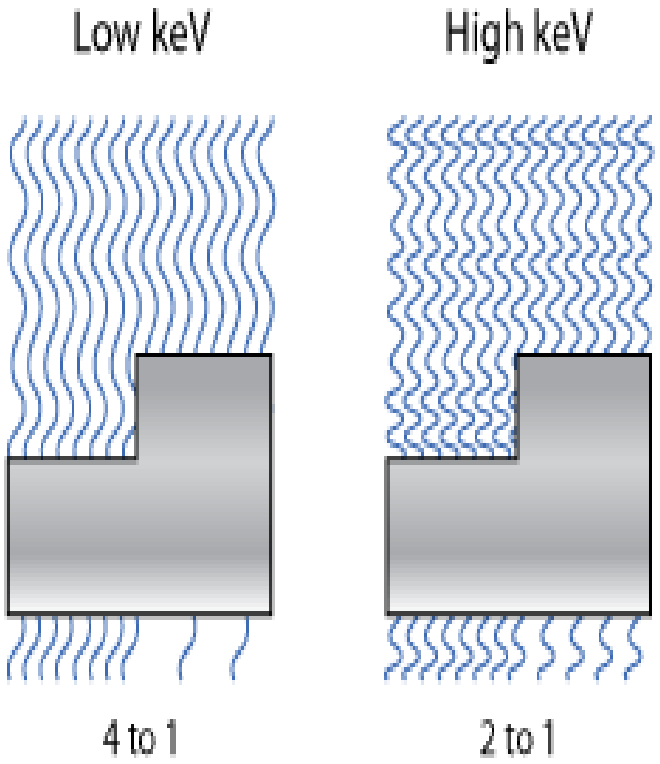
- Definition



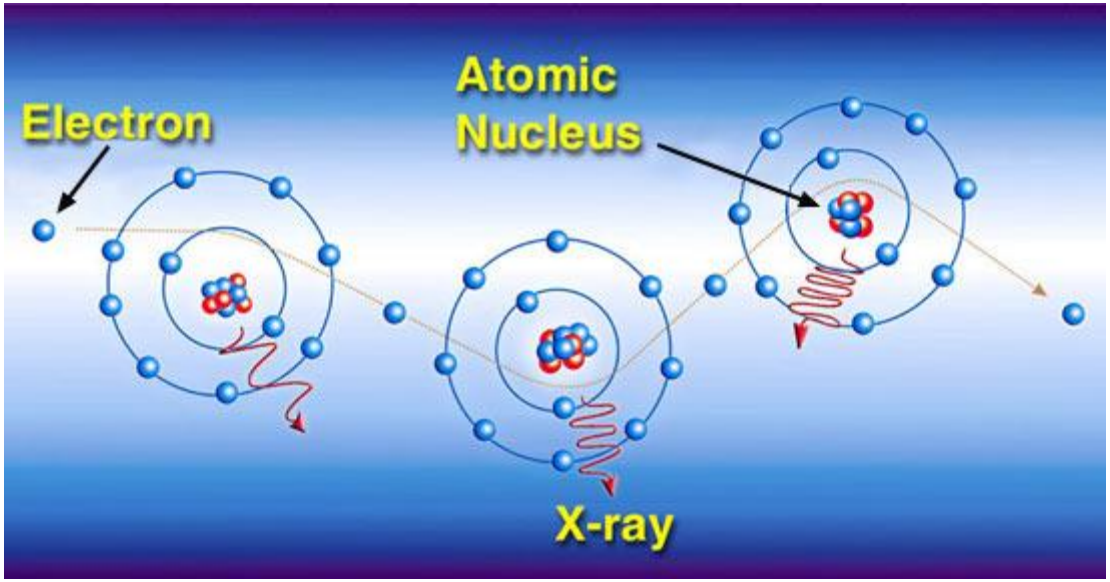
- Definition chart


Stepwedge
High Contrast Radiograph
Low Contrast Radiograph

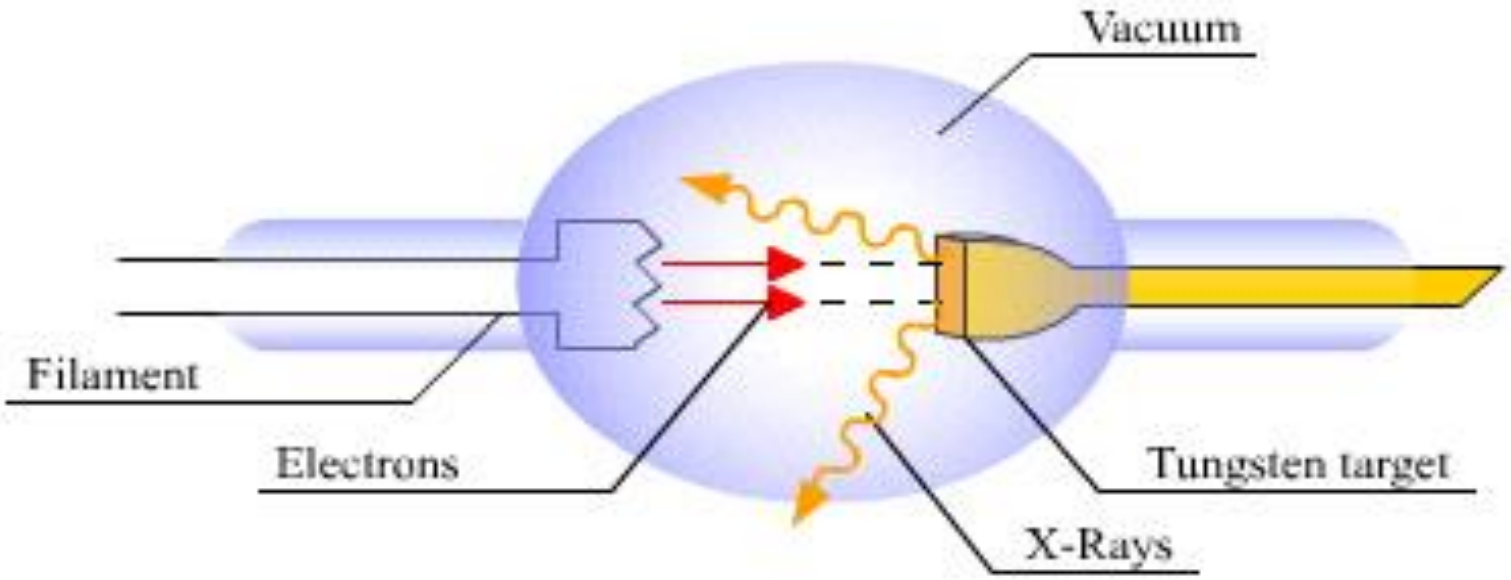
- Contrast



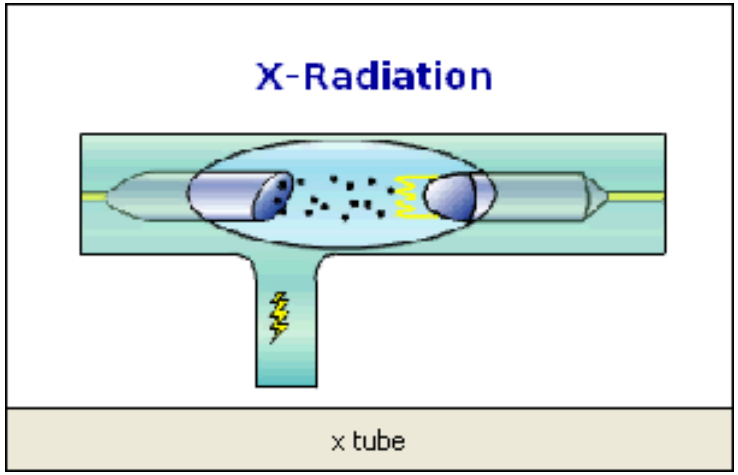
- Contrast Kev



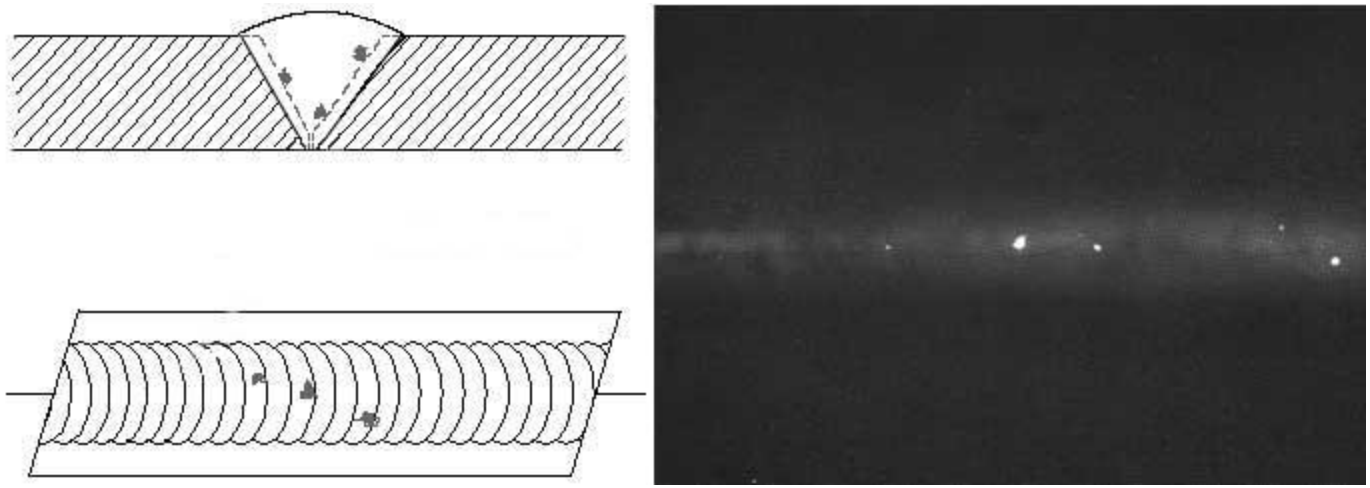
- X generation



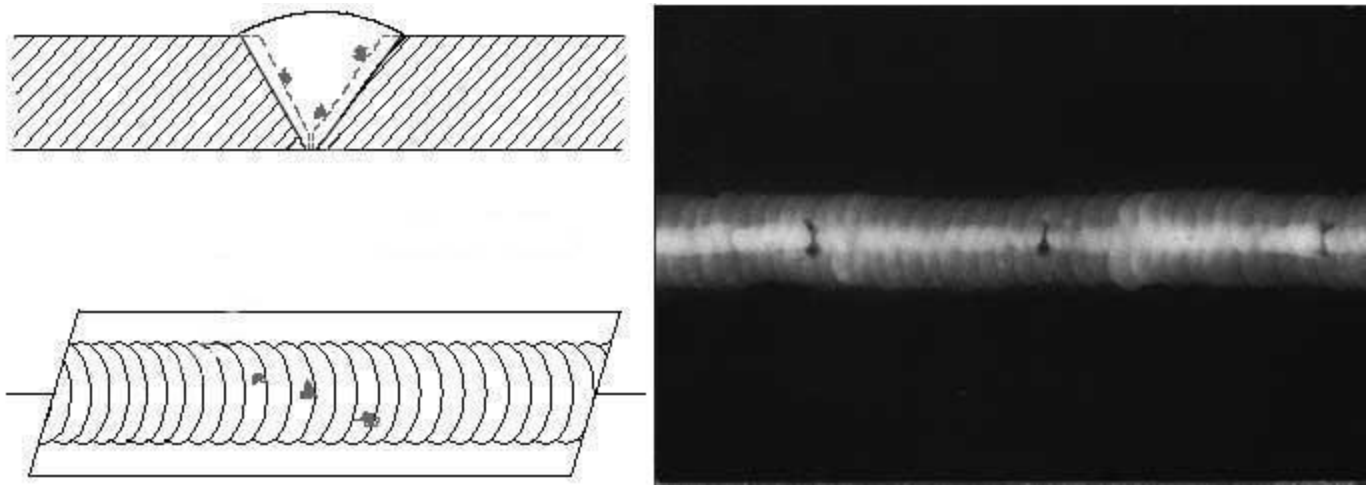
- X – ray tube



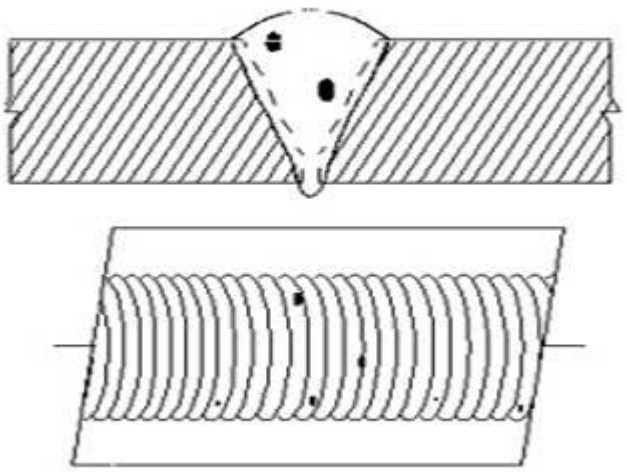
- X tube

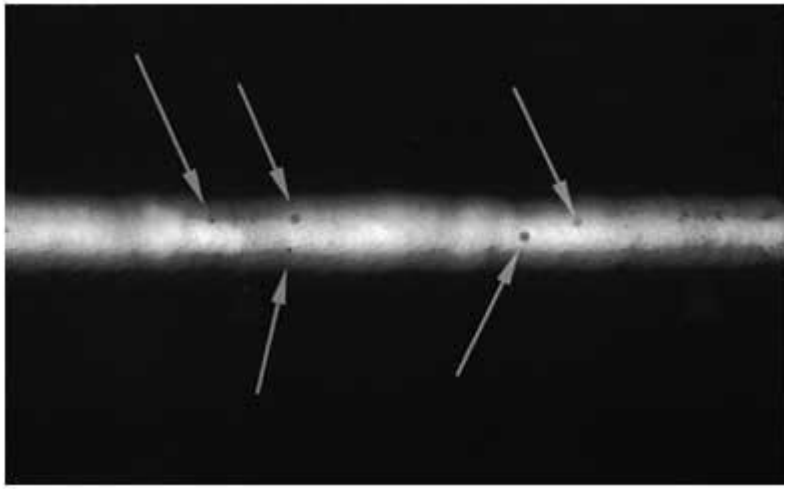


- Tungsten inclusion

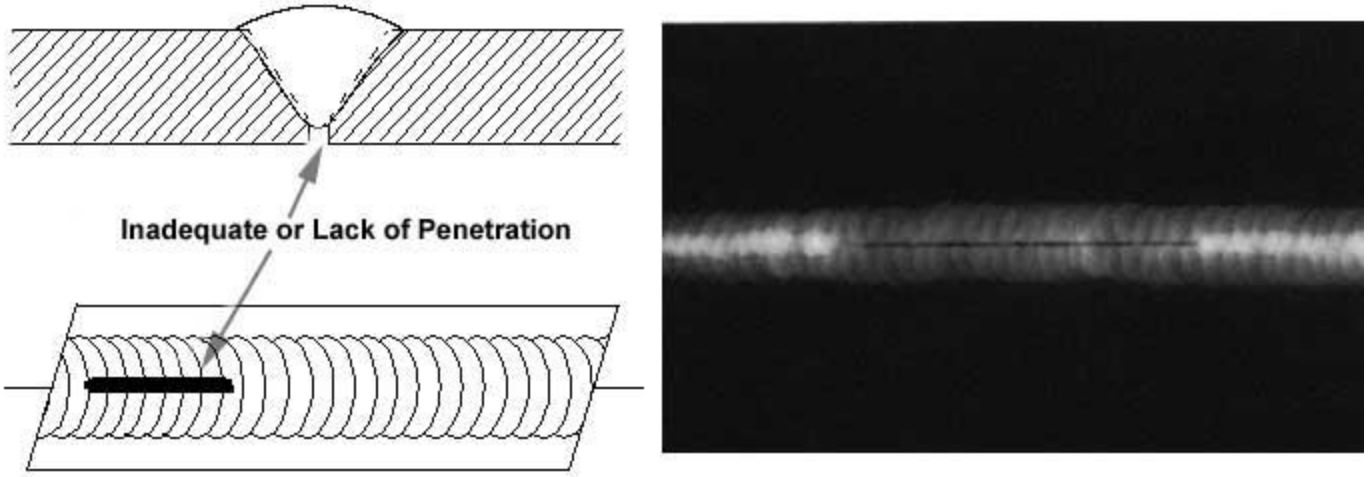


- Slag inclusions

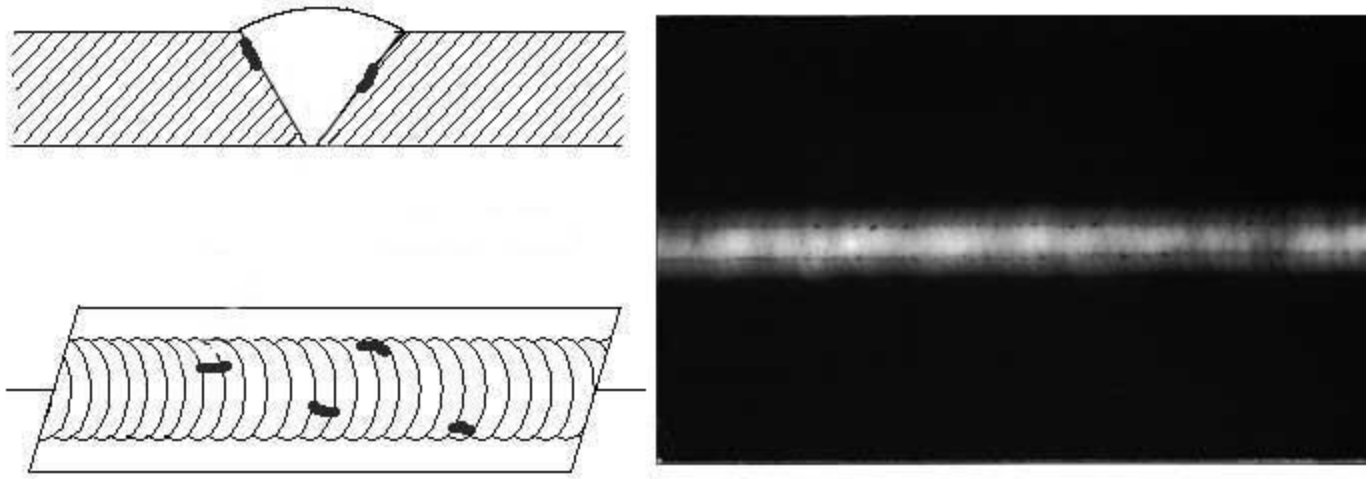




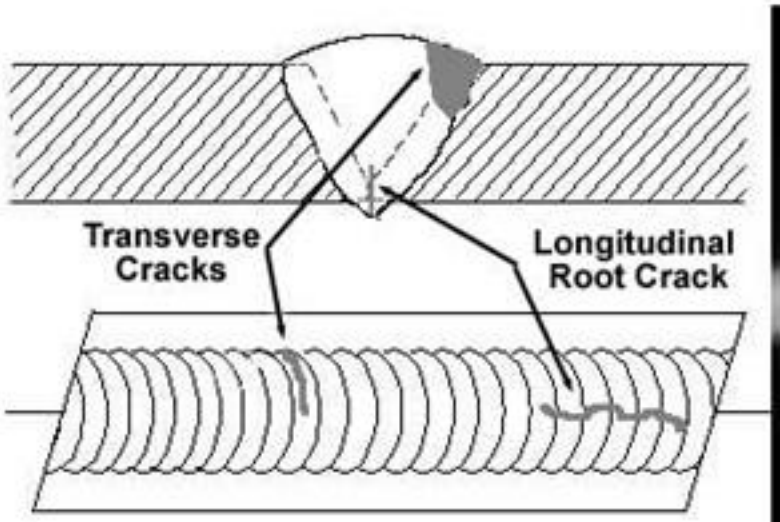
- Porosity

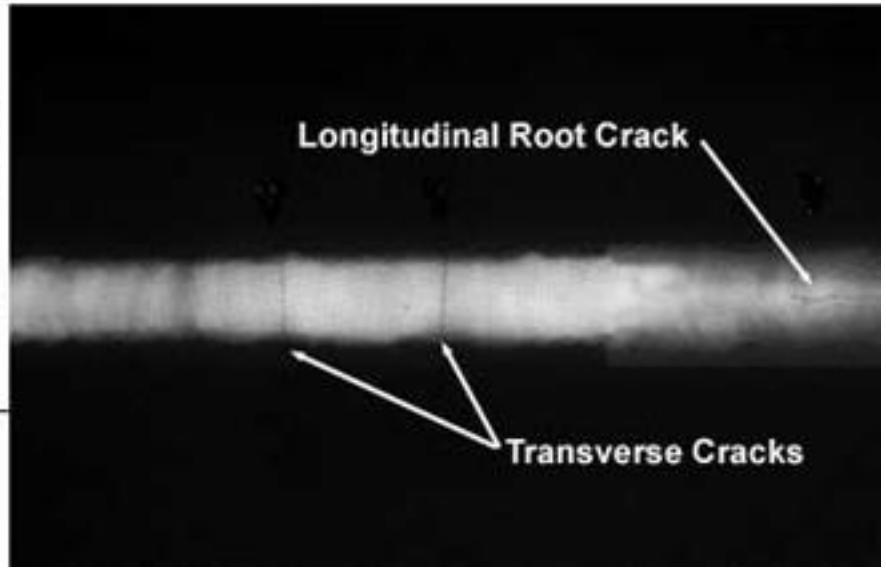


- Lack of penetration

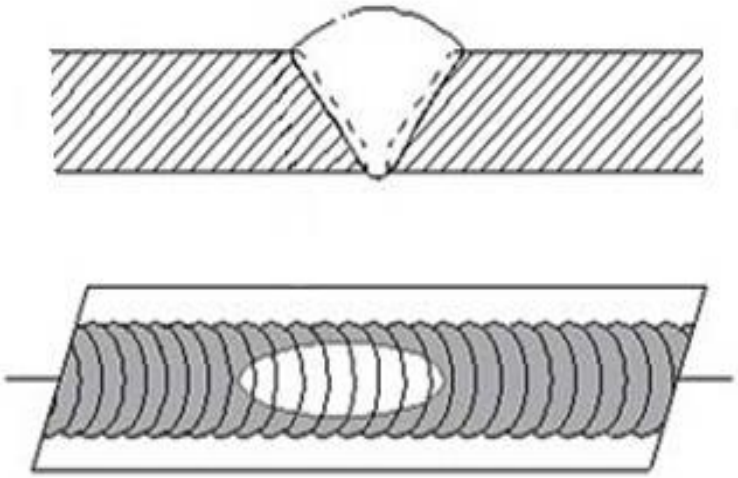


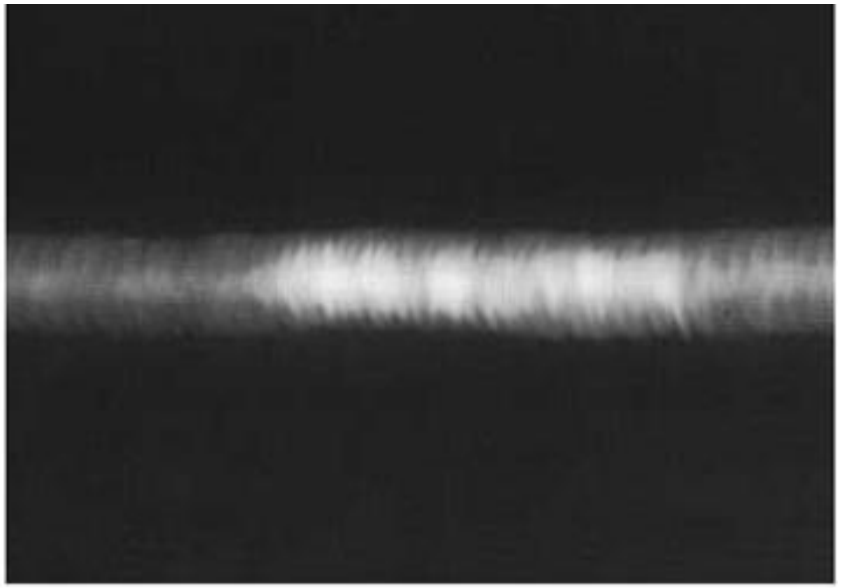
- Lack of fusion


Transverse
Cracks
Longitudinal
Root Crack

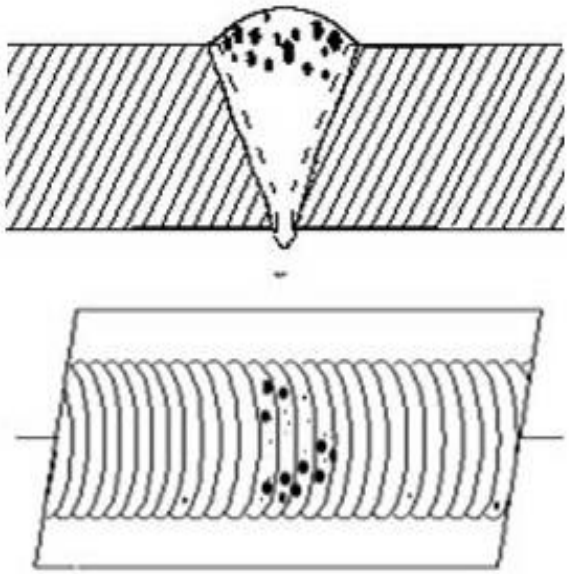

Longitudinal Root Crack
Transverse Cracks

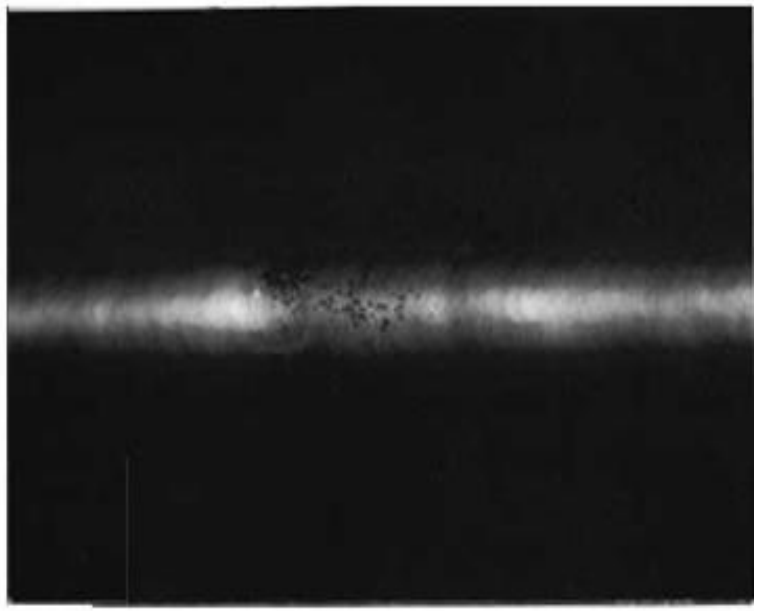
- Cracks



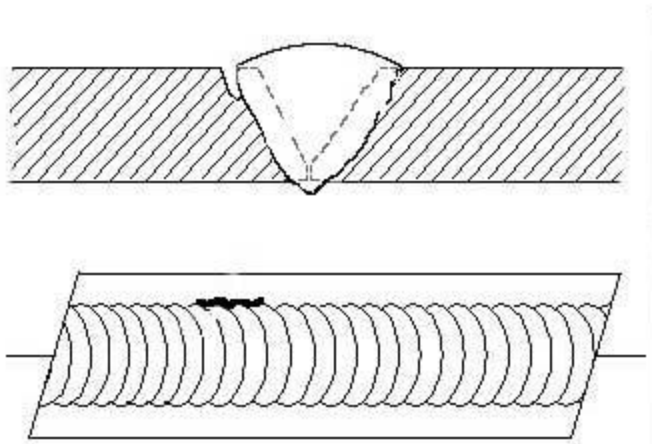


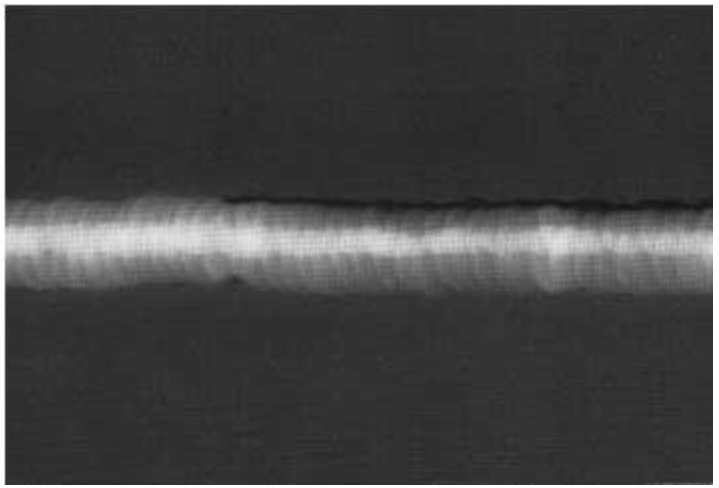
- Excess reinforcement



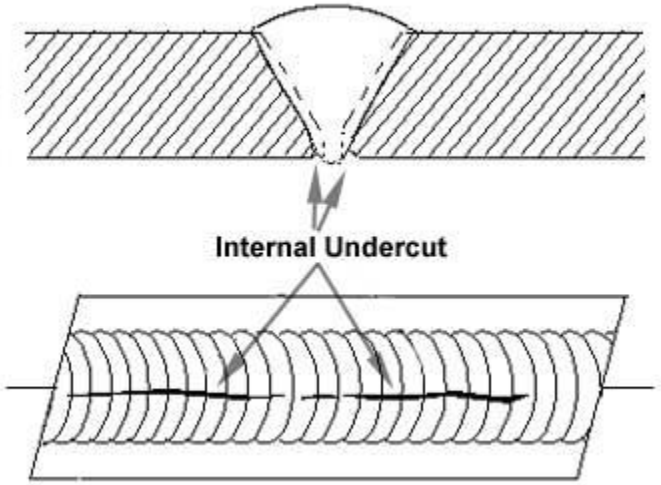


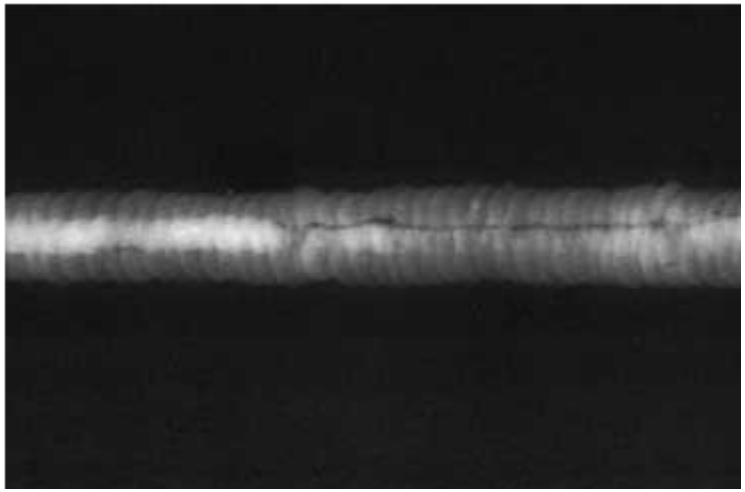
- Cluster porosity



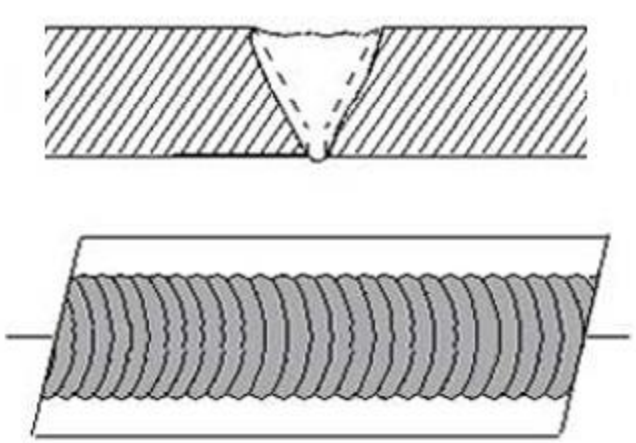


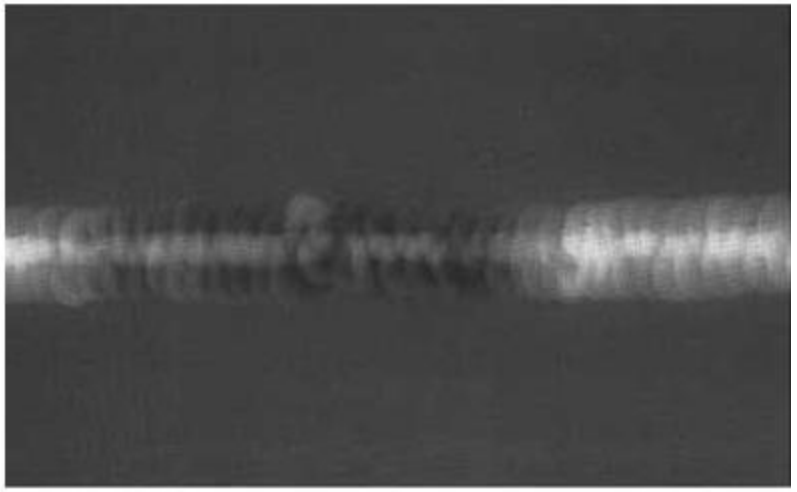
- External undercut



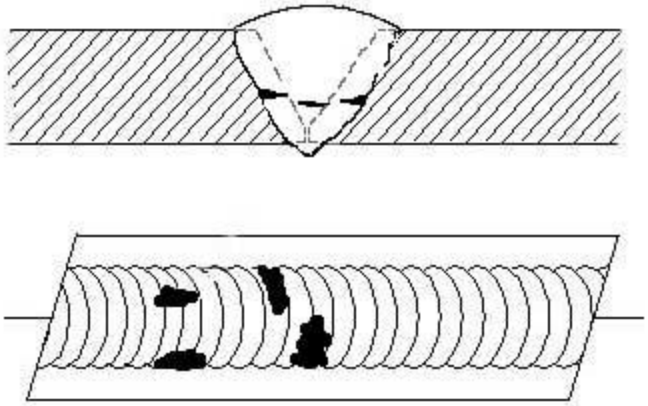


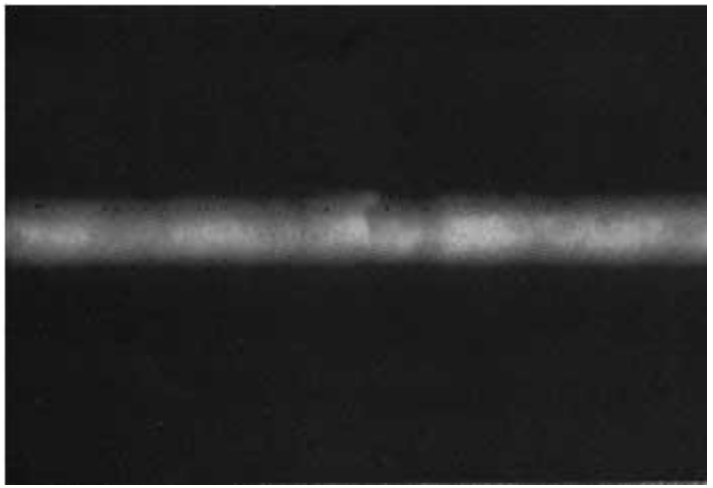
- Internal undercut



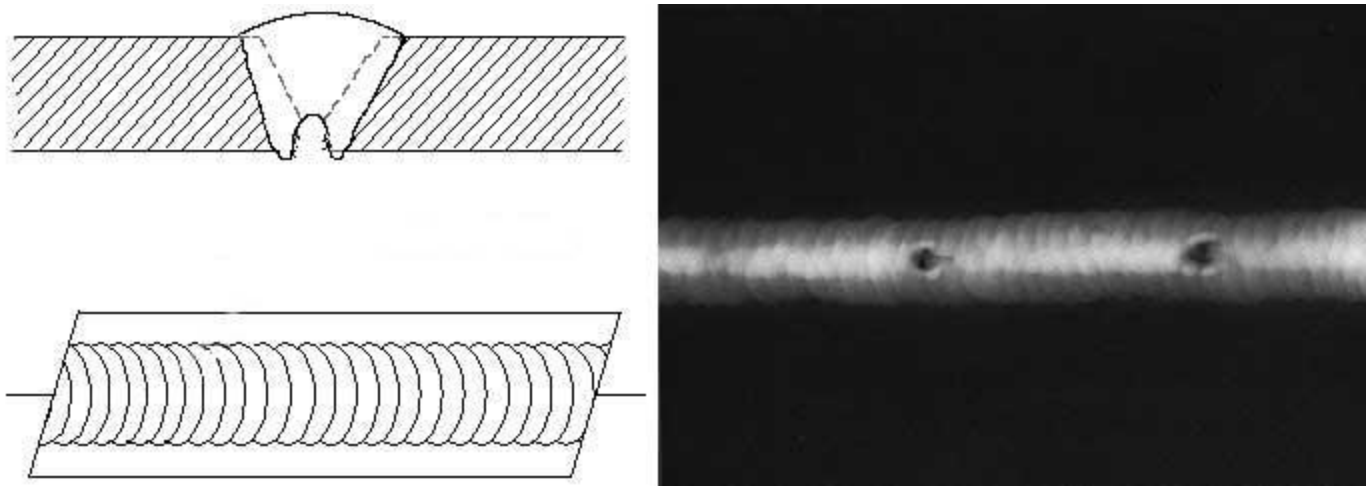


- Inadequate reinforcement

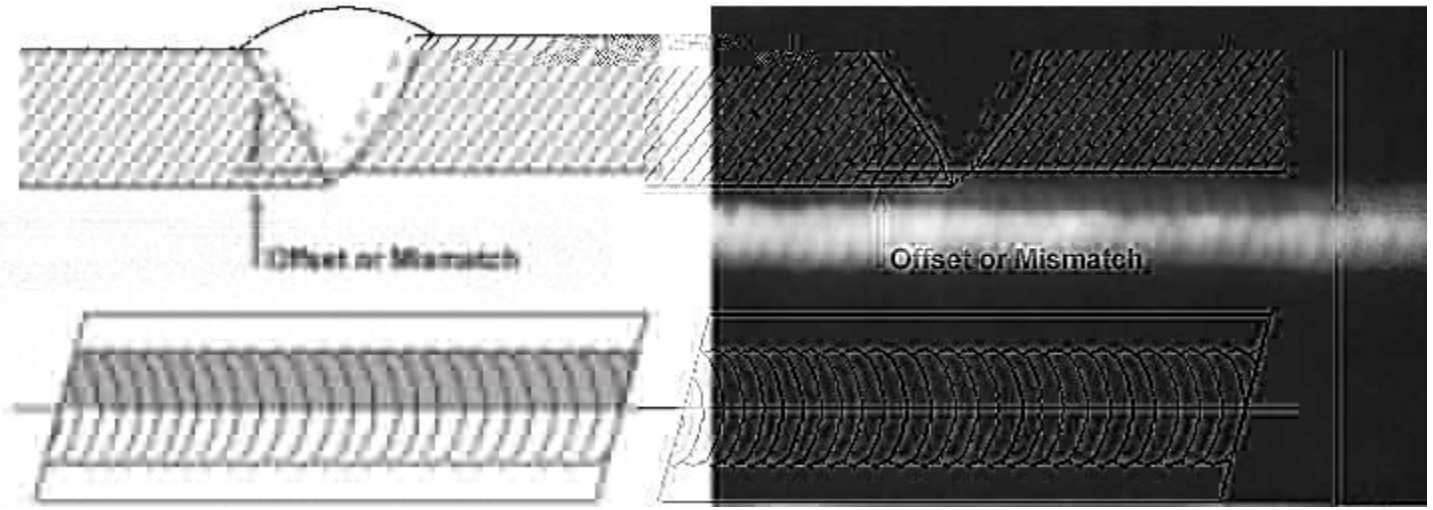




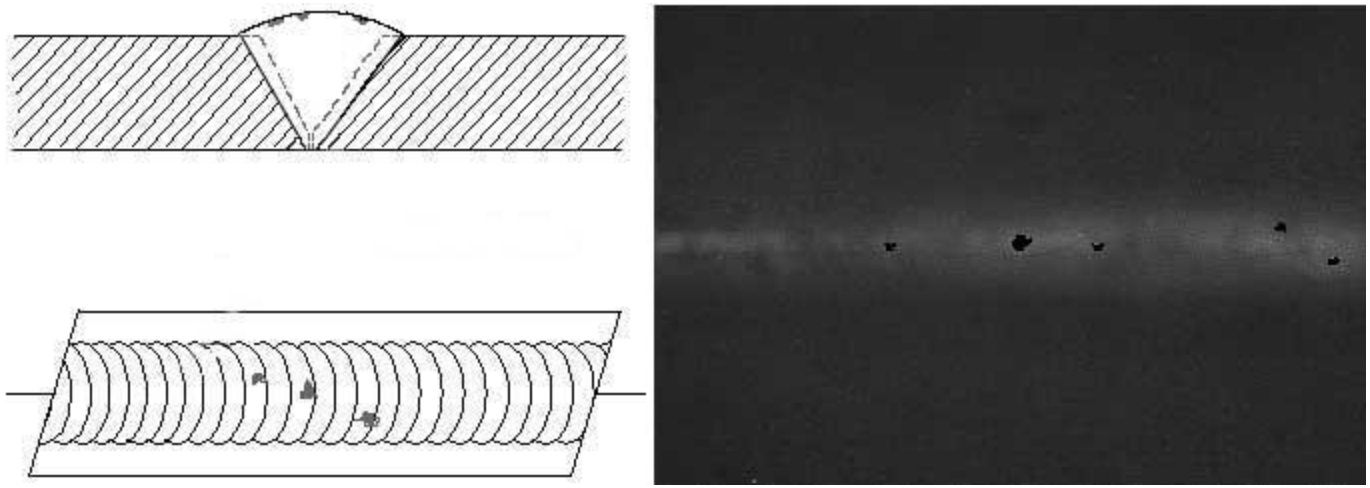
- Interpass cold lap



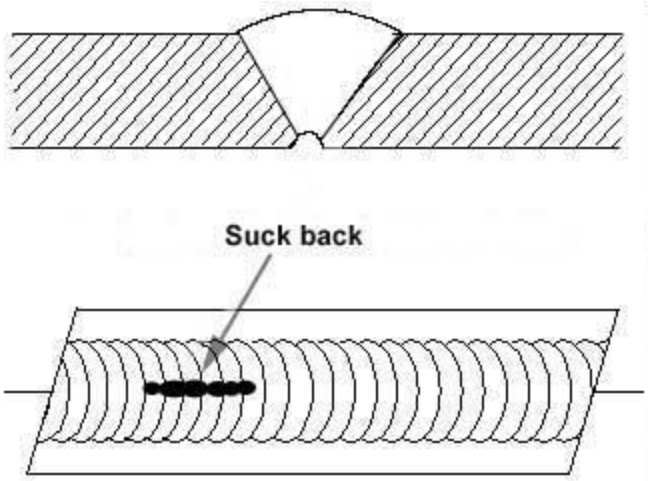
- Burn through

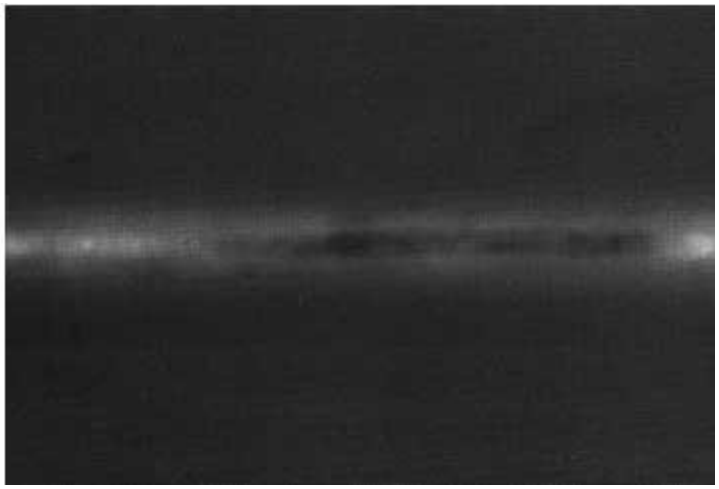


- Offset

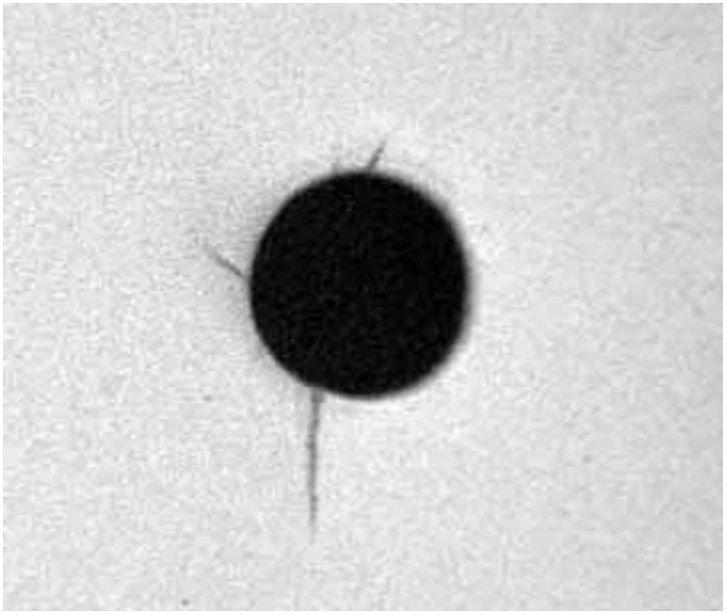


- Oxide inclusion

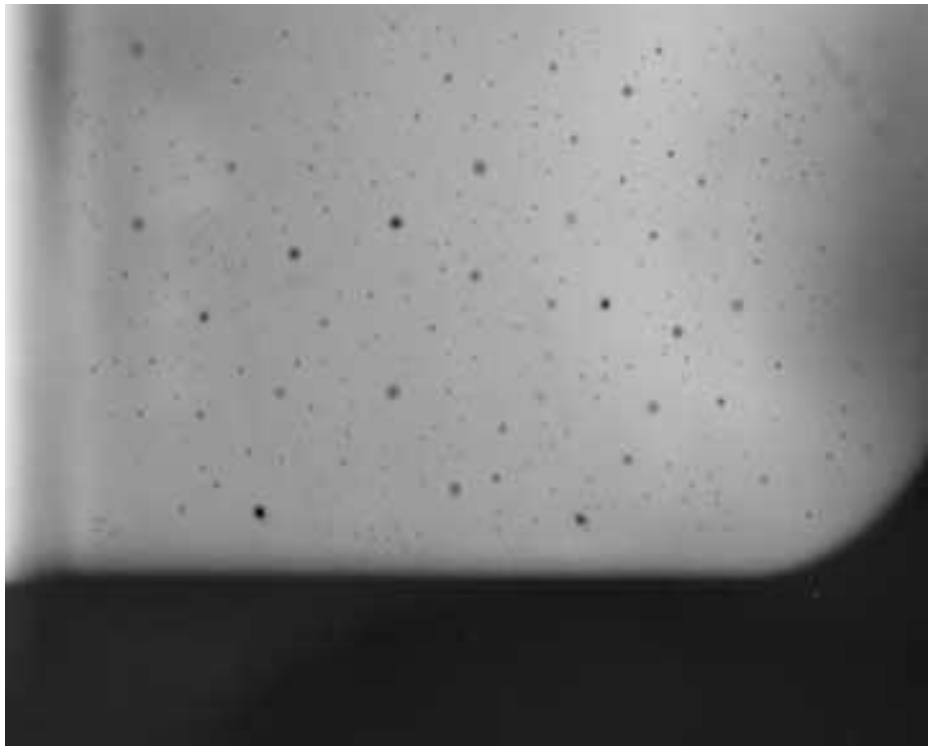




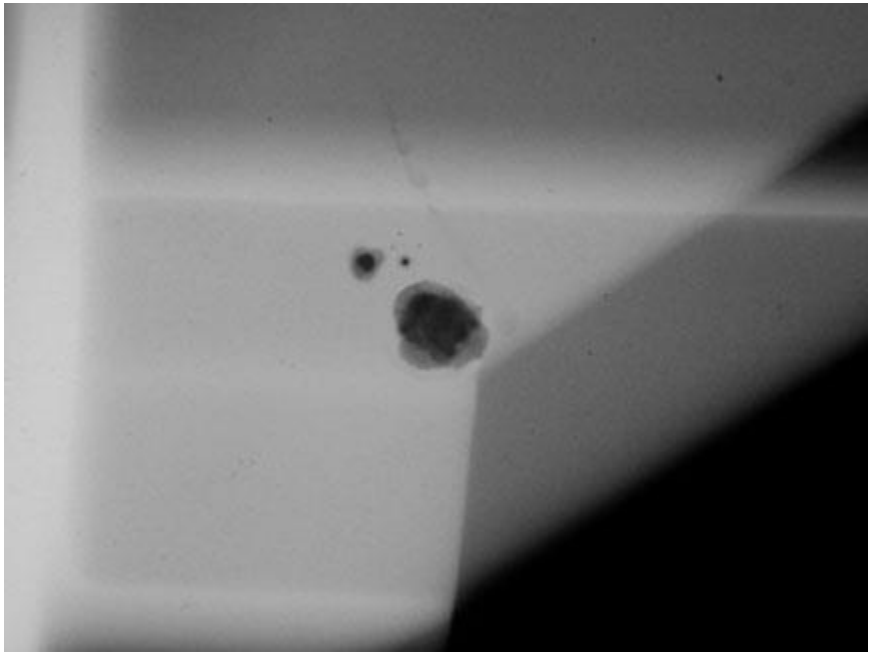
- Suck back



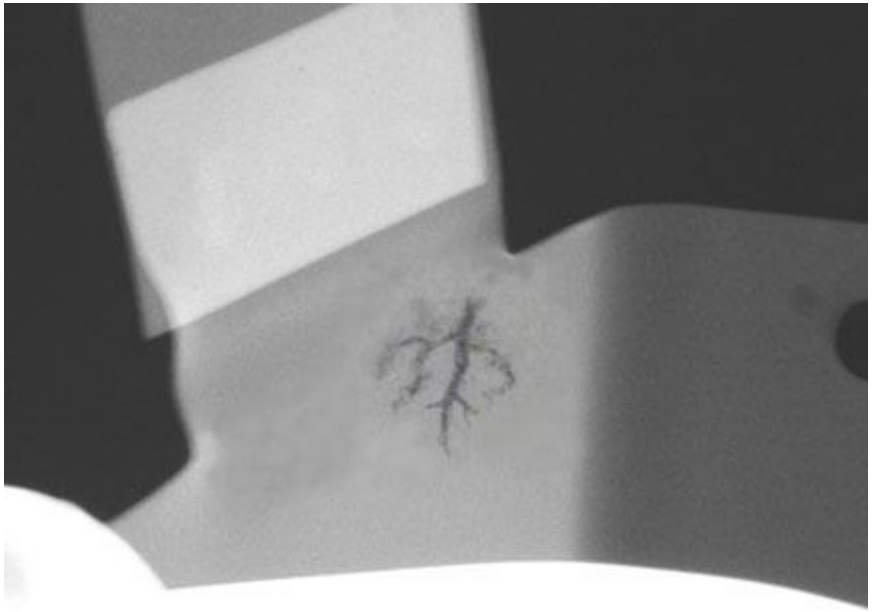
- Casting cracks



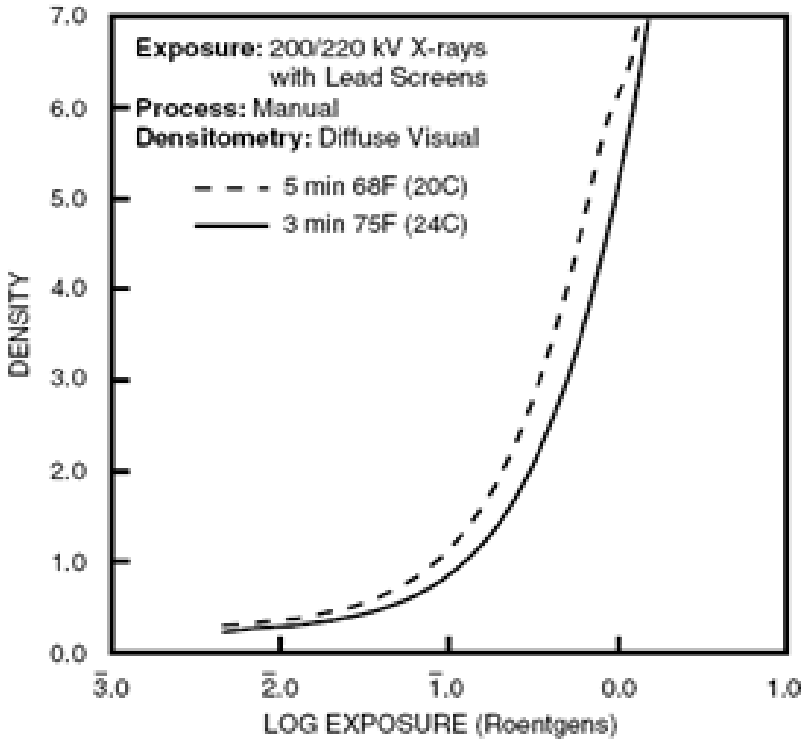
- Casting gas porosity



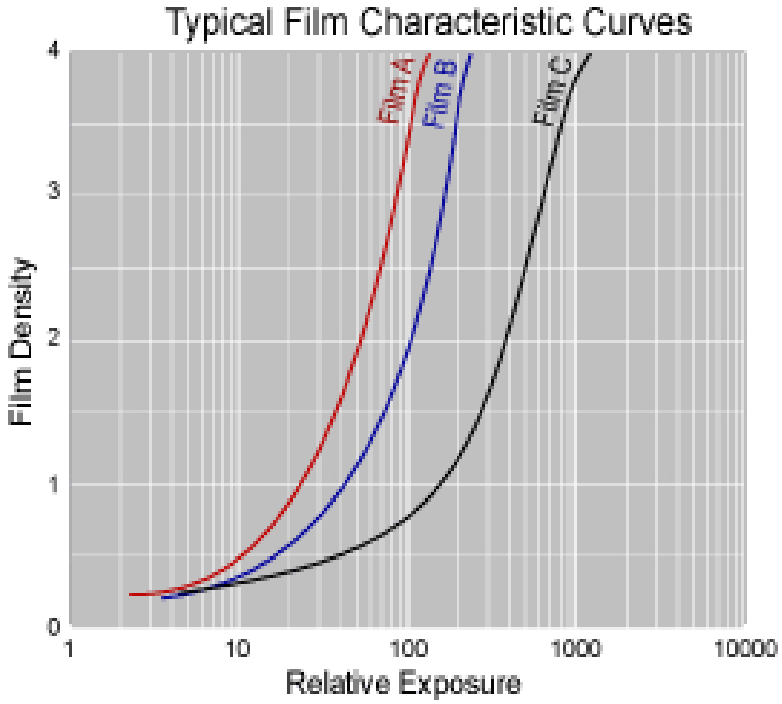
- Casting sand inclusion



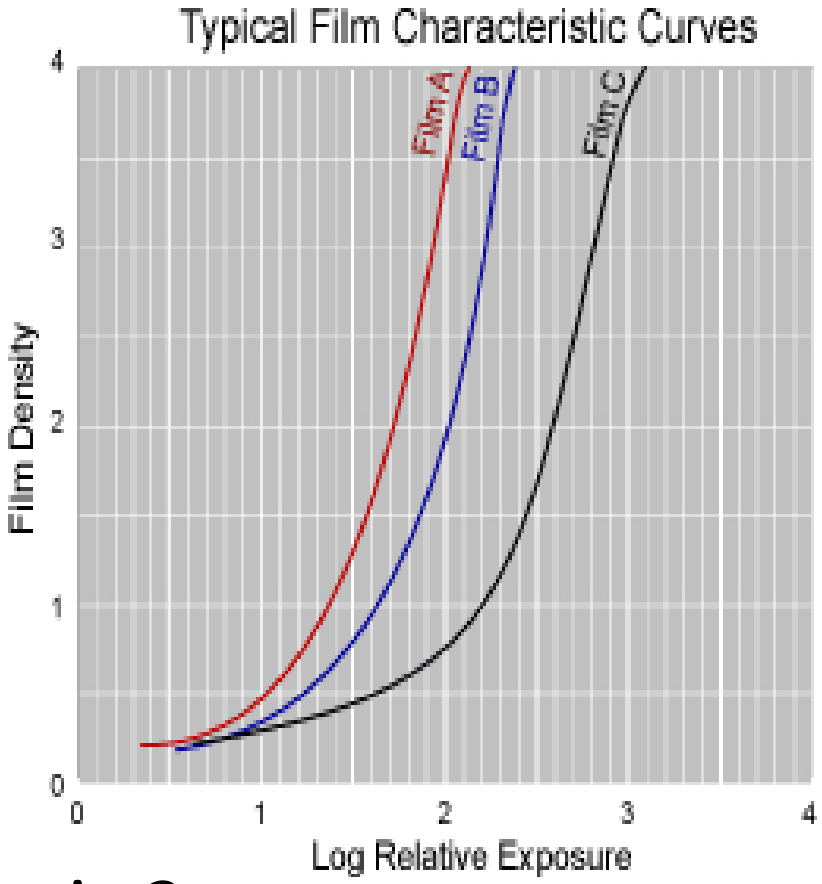
- Casting filementary shrinkage



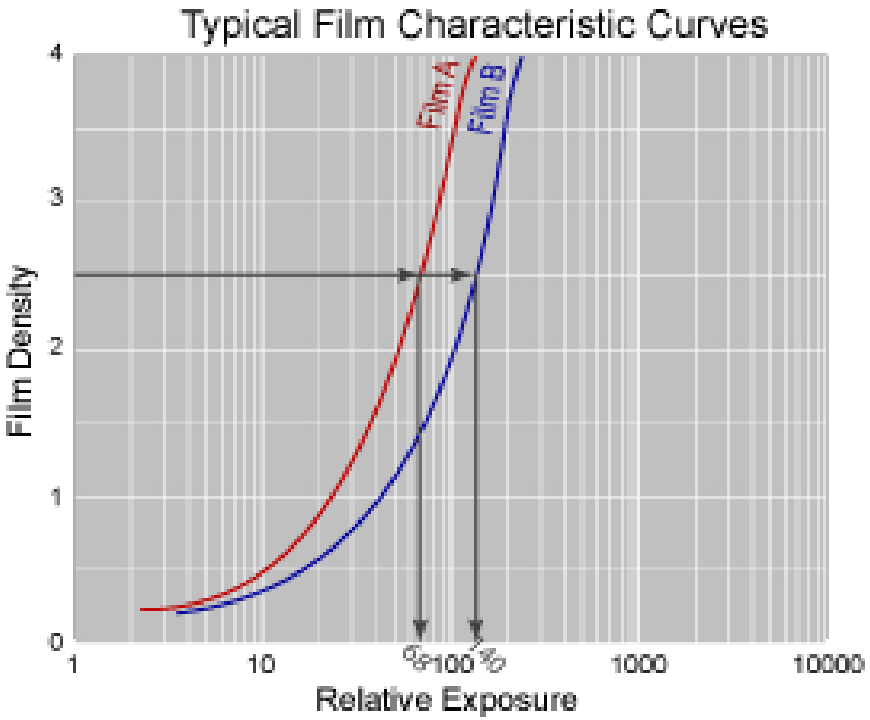
- Sensitometric curve AA400



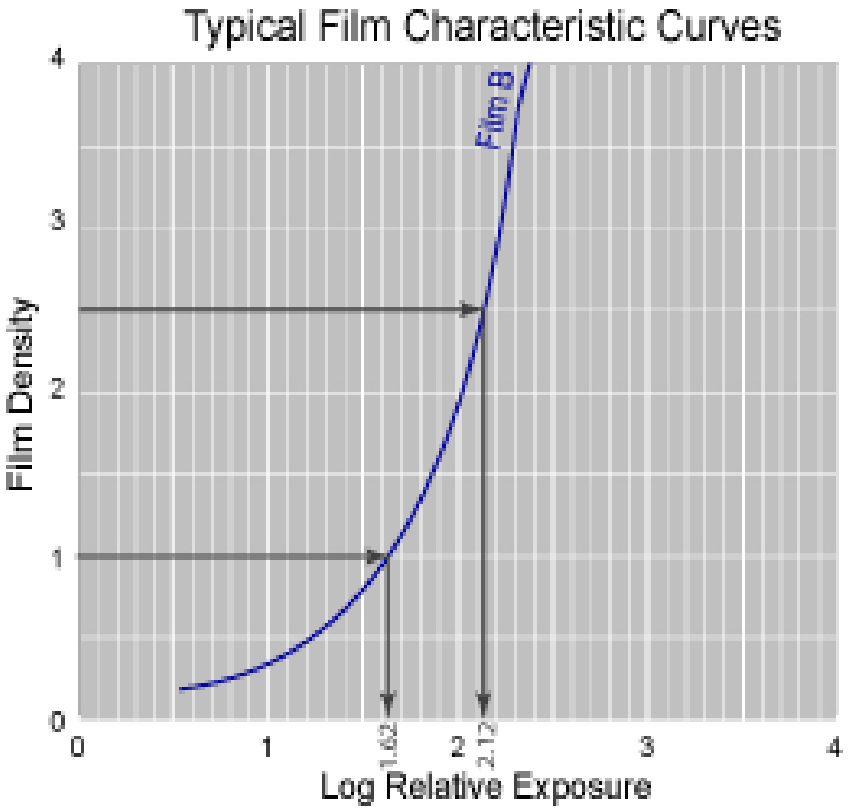
- Sensitometric 1



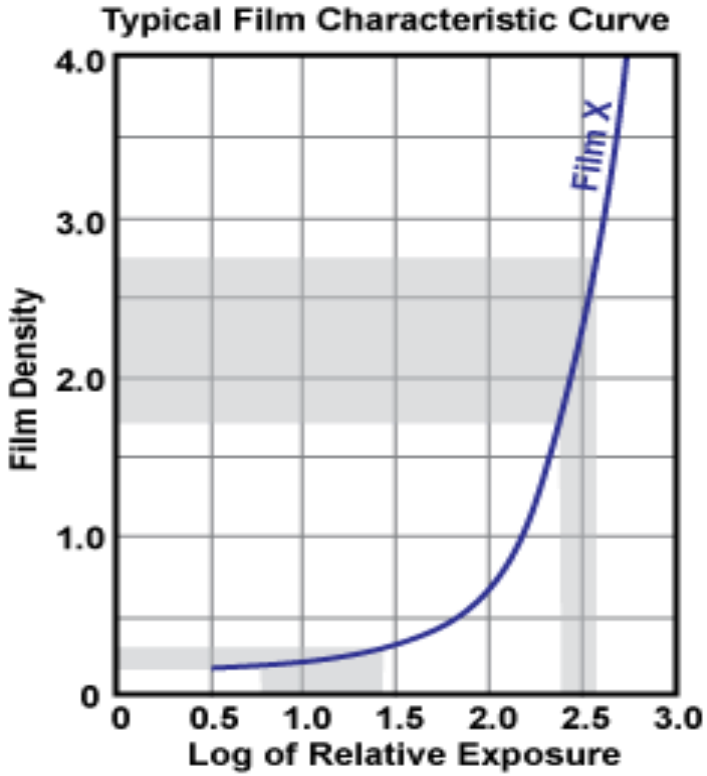
- Sensitometric 2



- Sensitometric3



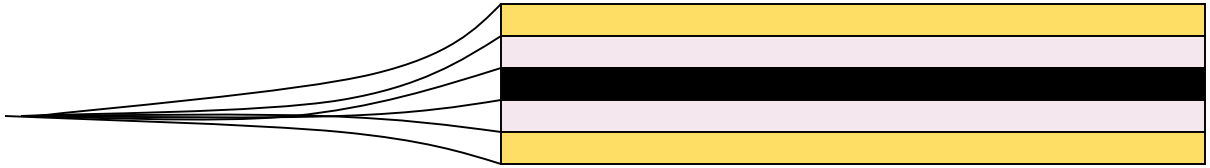
- Sensitometric3



- Sensitometric 4

أفلام التصوير الإشعاعي

تركيبة فيلم التصوير الاشعاعي

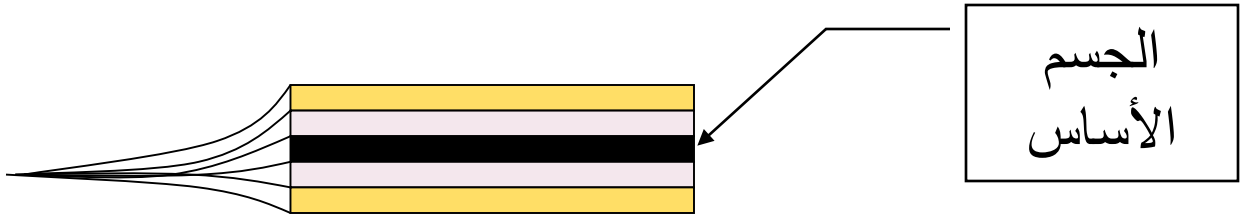


الجسم الأساس (Polyester/acetate)

الطبقة الحساسة للضوء والإشعاع AgBr

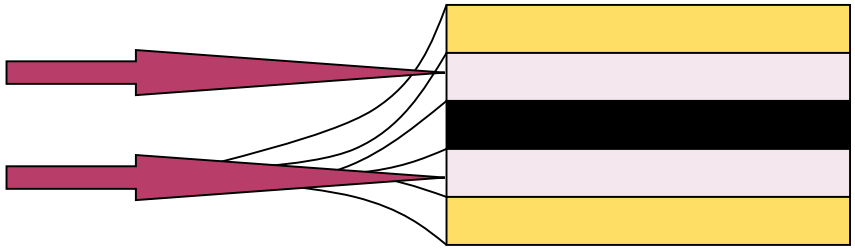
طبقة واقية Hardened Gelatine

الجسم الاساس

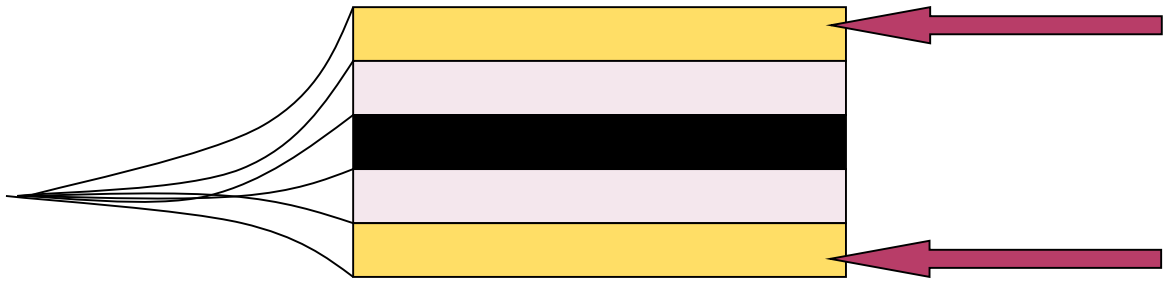


- شريحة مرنة وشفافة
- تحمل طبقة المستحلب الضعيفة الحساسة من بروميد الفضة
- قاسي، مرن
- السماكة حوالي 0.1 مم

طبقة المستحلب
الحساسة
Ag Br.



- تحتوي على حبيبات بروميد الفضة (0.025 mm)الحساسة للضوء والأشعة معلقة في الجيلاتين
- تكون على جانب أو جانبي الفيلم
- استخدام ايوديد الفضة يزيد من الحساسية(يكون بنسبة بسيطة)
- يغطي كامل الطبقة المستحلب
- عندما يتعرض للضوء أو الأشعة تتغير وتتكون الصورة الخفية التي نتحصل عليها بعد عملية التظهير



طبقة الحماية

- طبقة رفيعة من الجيلاتين المقوي
- تحمي الطبقة الحساسة التي تحتها من التلف

خصائص الفيلم

- الأفلام المختلفة تستخدم لتلبي احتياجات عدة وتحت ظروف فحص مختلفة
- للفيلم عدة ميزات يمكن وصفها عن طريق منحني المميز للفيلم
- منحني الفيلم المميز يصف العلاقة بين التعريض المُطبَّق وكثافة الفيلم المتحصلة بعد التظهير

خصائص الفيلم

- جودة الفيلم تعتمد علي أربع خصائص عامة هي:
  - الكثافة
  - السرعة
  - التباين
  - الحبيبية (graininess)

الكثافة

- هي درجة الظلامية
- الكثافة = $\text{Log}(I_0/I_t)$ حيث:

I_0 شدة الضوء الساقطة علي الفيلم I_t شدة الضوء النافذة من خلال الفيلم

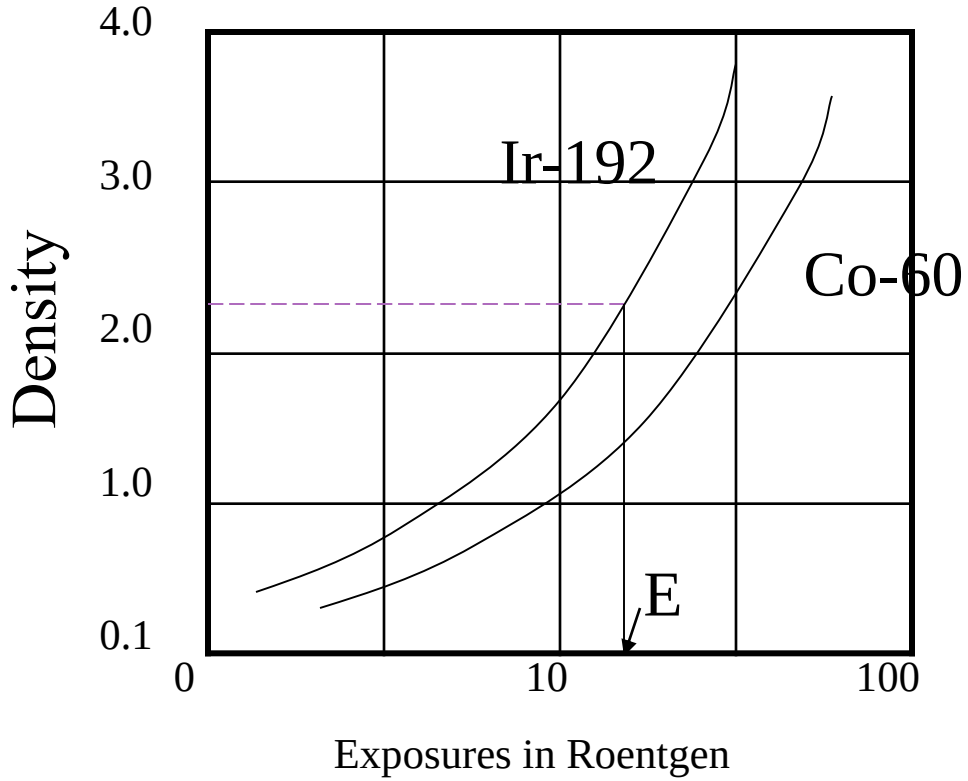
- تقاس بجهاز (densitometer)
- عادةً من 1.8 أو 2 إلى 4
- الكثافة العالية أو القليلة تؤثر في جودة وحساسية الصورة الاشعاعية
- I_0/I_t العتامة ، It/I_0 النفاذية
- في الفيلم الذي كثافتة = 2 ، 1/100 فقط من الضوء تعبر

كثافة الضباب:

- هي كثافة الفيلم غير المعرض لأشعة التصوير
- مصدرها التسريب من غلاف الفيلم ، الأشعة من الفضاء الخارجي وخلافه.
- تعتمد على الفيلم
- تحديداً تقع في المجال 0.2–0.3

سرعة الفيلم

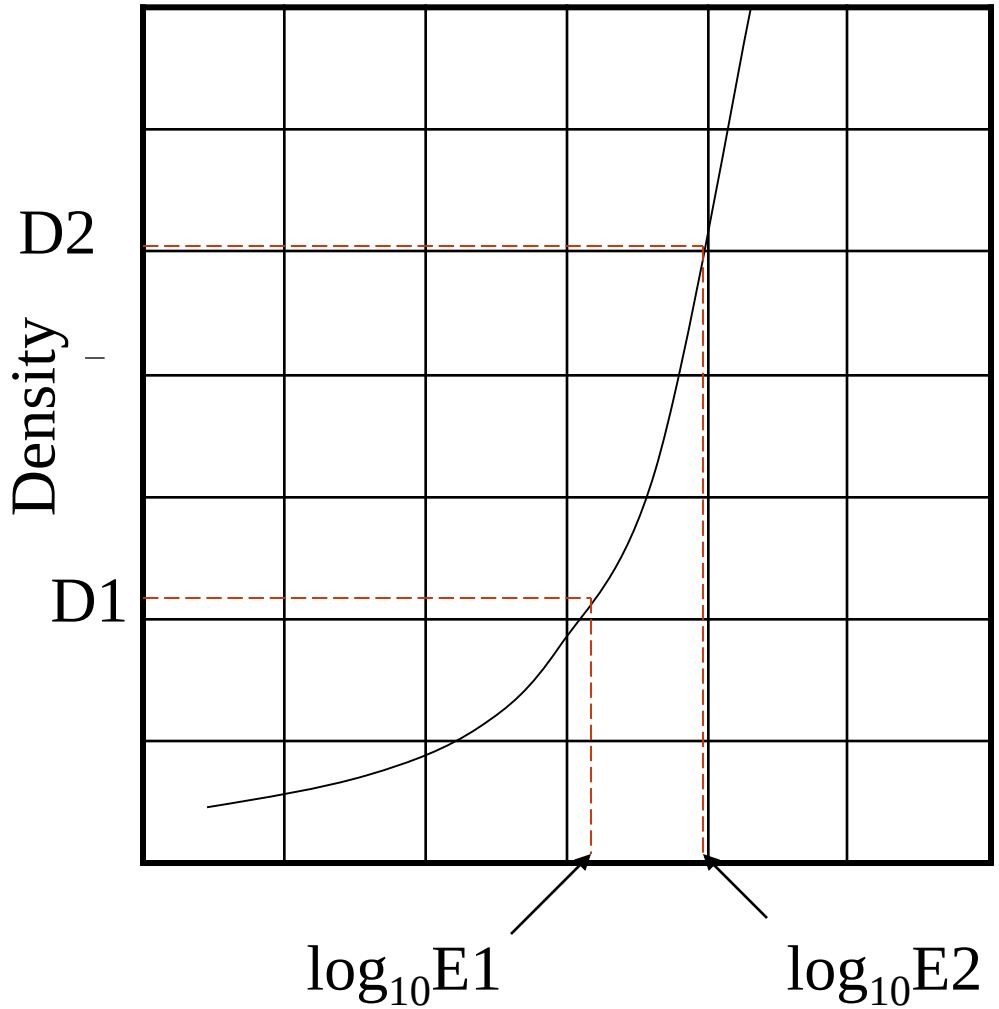
- قياس استجابة الطبقة الحساسة للفوتونات الساقطة عليها
  - السرعة1/Eتتناسب عكساً مع التعريض (Eهي التعريض بالرونتجن الكافي لإعطاء الفيلم كثافة2 فوق كثافة الضباب)



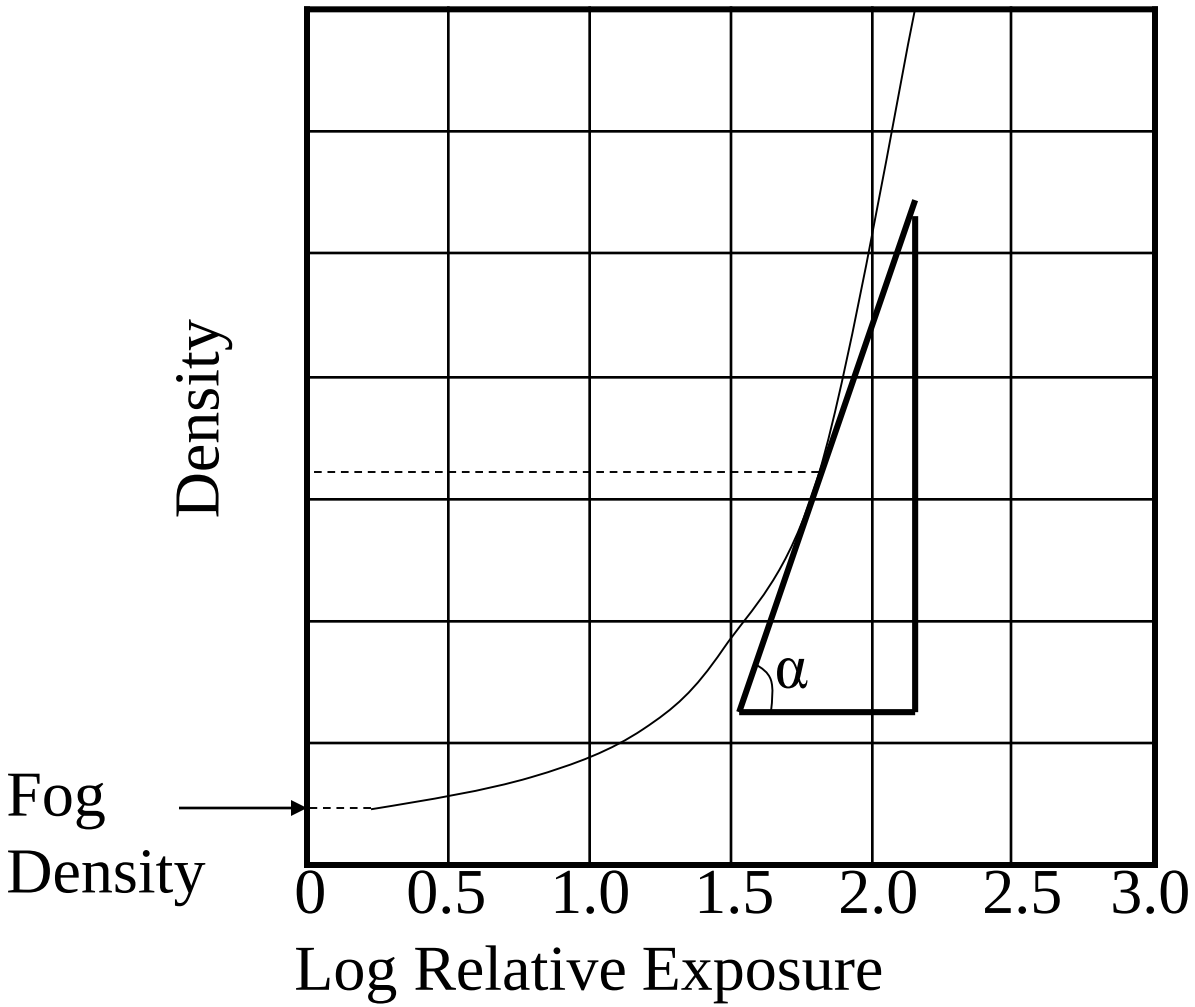
Film Contrast

- التباين= $\frac{D_2 - D_1}{\log_{10} E_2 - \log_{10} E_2}$

- تعريف(BS) التباين هو ميل الخط المستقيم الذي يقطع منحني الفيلم المميز عند الكثافة 1.5 و2.5 فوق مستوي الضبابية



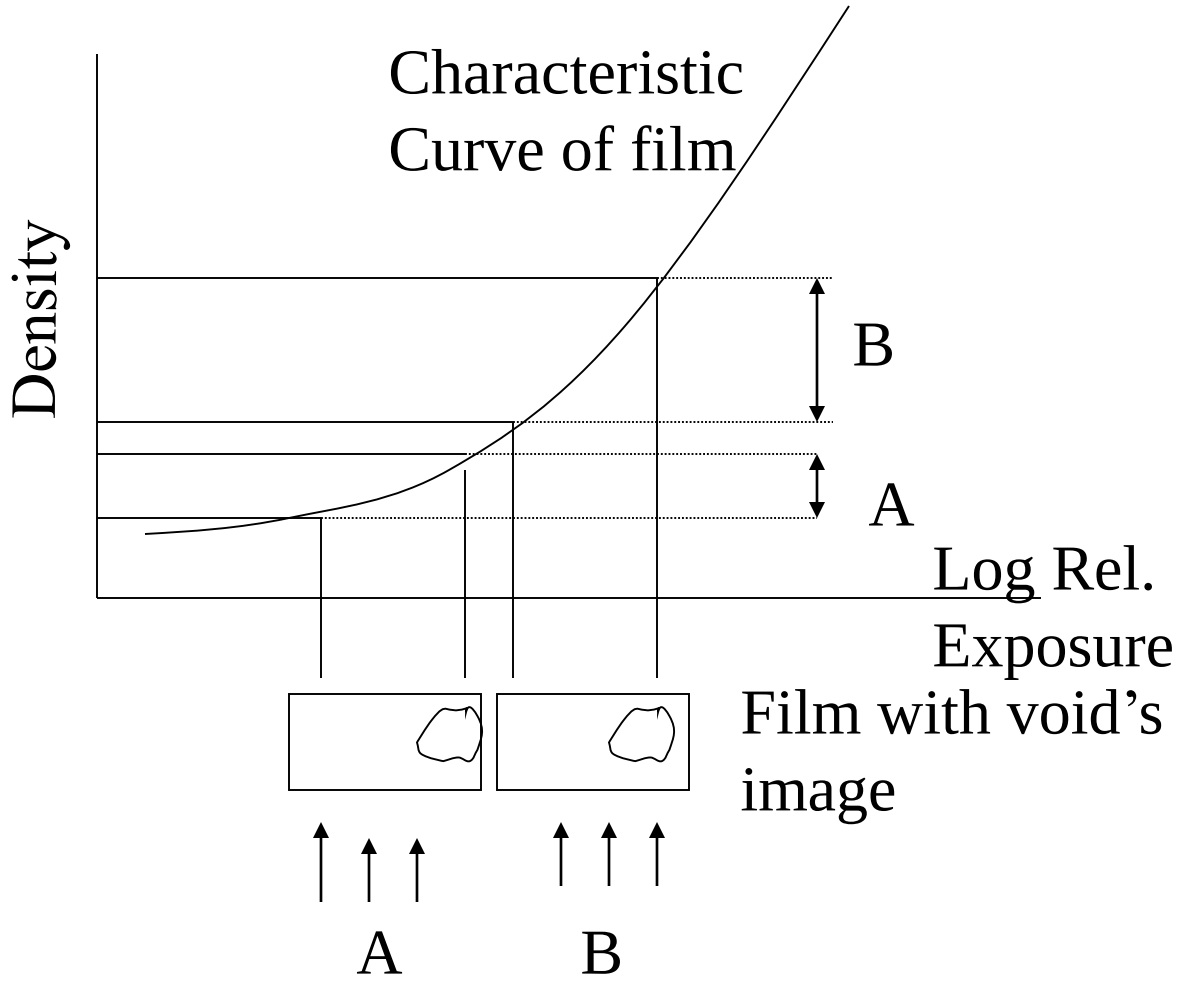
Film Contrast



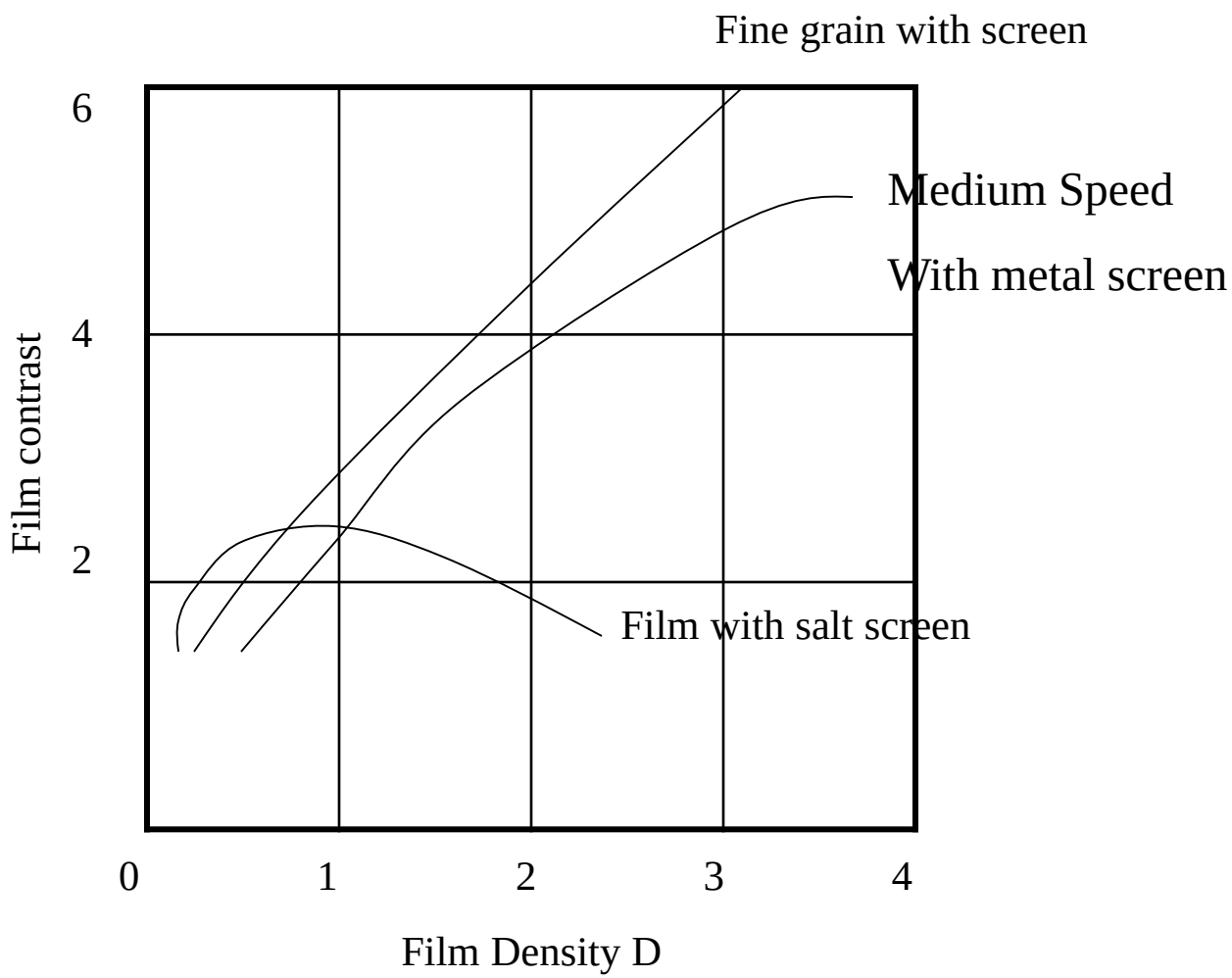
Tan α = G

D = 3.2

Contrasts at different exposures/densities



تباين الفيلم و علاقته بالكثافة



تحبحب الفيلم

- الأفلام تحتوي على حبيبات بروميد الفضة وكلما زاد عدد الحبيبات التي تعرضت للإشعاع زادت كثافة الفيلم والعكس صحيح
- التحبحب يعود إلي رؤية تجمع لهذه الحبيبات في الصورة الإشعاعية وكلما زاد التحبحب كلما قلت حدة الصورة.
- كلما زاد حجم البلورات كلما زادت نسبة تعرضها للأشعة مما يقلل من زمن التعرض والعكس صحيح أيضاً.
- زيادة حجم البلورات يعني تحبحب غير جيد ونقصانها تحبحب جيد ولكلٍ تأثير علي جودة الفيلم وسرعته، كيف؟

تصنيف الافلام

- تصنف حسب السرعة والتباين والتحبحب
- 4 أنواع الافلام وفقاً للـ ASTM E94
- أغلب المنتجين لهم أصناف

Film Type	Film Characteristics ASME SE-94		
	Speed	Contrast	Graininess
1	Low	Very high	Very Fine
2	Medium	High	Fine
3	High	Medium	Coarse
4(a)	Very High(b)	Very high (b)	(c)
	Medium (d)	Medium (d)	Medium (d)

(a): Normally used with fluorescent screen

(b): When used with fluorescent screen

(c): Graininess mainly is a characteristic of fluorescent screen

(d): When used for direct exposure or with lead screen

Film Characteristics-British standard

S.No	Film Type
1	Ultra fine grain, high contrast
2	Fine grain, high contrast
3	Medium speed

Film Characteristics-German standard

Film Class	Description
Gl	Very fine grain
Gll	Fine grain
G111	Medium grain

معامل التعرض

- هو التعرض المطلوب للفيلم للحصول على كثافة محددة مقارنة بتعرض لفيلم محدد له نفس الكثافة

أمثلة لمعامل التعرض لافلام مختلفة

Use	Exposure Factor	ASTM class	Film Type
With or without lead screen	13.2	Special	D2
	3.3	1	D4
	1.8	1,2	D5
	1	2	D7
	0.1-0.17	-	RCF

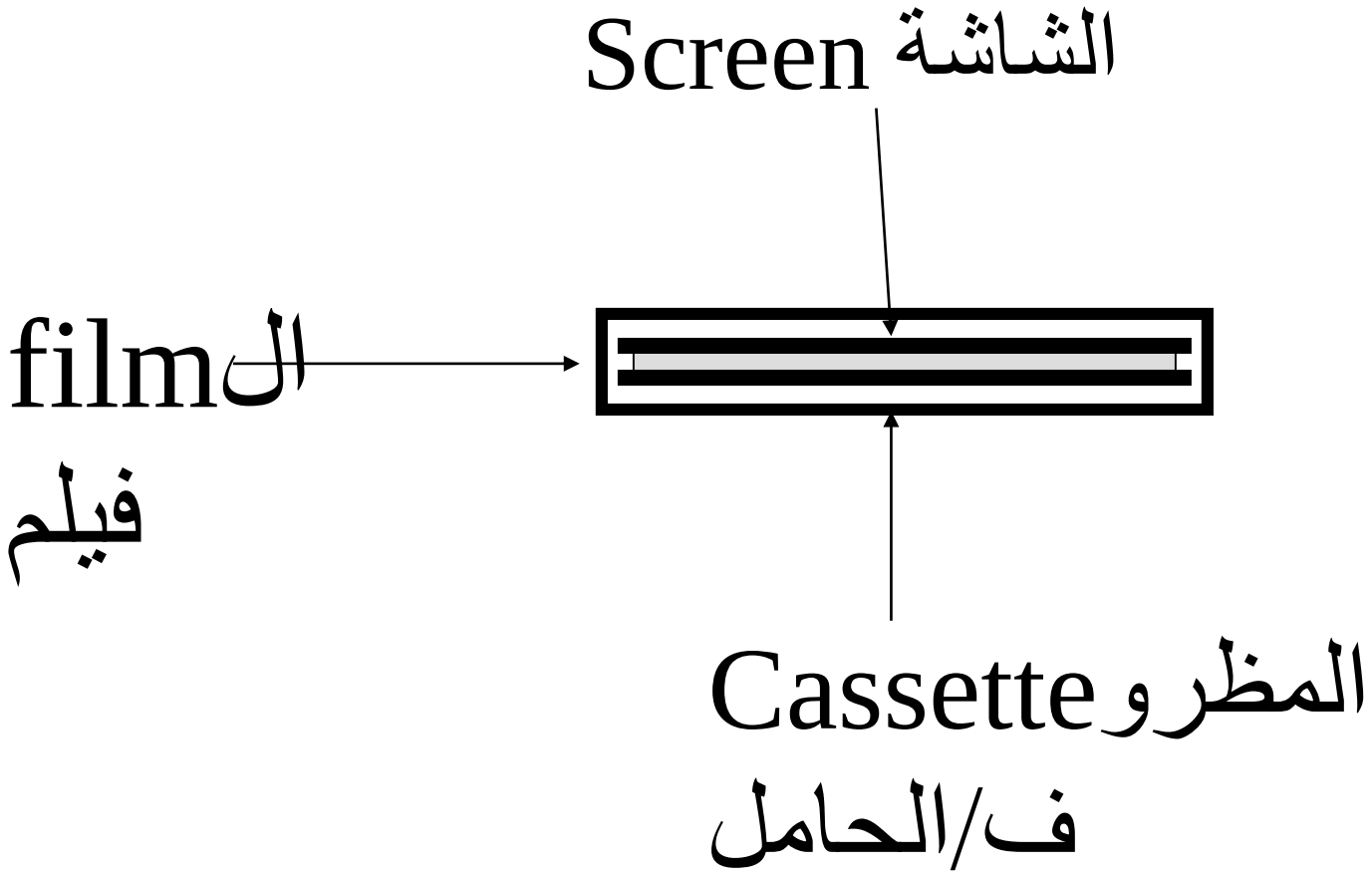
Guide for Film Selection to Radiograph Steel (ASTM SE94)

Material Thickness (in)	50 to 80kV	80 to 120kV	120 to 150kV	150 to 250kV	250 to 400kV	Ir-192	1Mv	Co-60	2Mv	Radium	6 to 31 Mv
0-1/4	3	3	2	1							
¼ to ½	4	3	2	2	1						
½ to 1		4	3	2	2	2	1		1	2	
1 to 2				3	2	2	1	2	1	2	1
2 to 4				4	4	3	2	2	2	3	1
4 to 8					4		3	3	2	3	2
Over 8									3		2

تخزين الأفلام

- الأفلام غير المعرضة
  - تحفظ في مكان غير معرض لضوء شديد،درجة حرارة عالية،رطوبة أوأبخرة
  - مكان بارد وجاف
  - لا تخزن مع المواد الكيمائية
  - توضع راسيا علي حوافها
  - لاتوضع علي بعضها لتفادي الضغط العالي
- الافلام المعرضة:
  - نظام تخزين جيد يحدد ويعرف كل فيلم والمعلومات الخاصة به

شاشات التصوير الاشعاعي



شاشات التصوير الاشعاعي

- تستخدم الشاشات لغرضين أساسين:
- تركيز الصورة الاشعاعية مما يقلل زمن التعرض
- تقليل اثر الاشعة المتبعثرة (scatter radiation)من الوصول إلى الفيلم (خاصة من خلف الفيلم) مما يزيد من جودة الصورة
- هنالك أنواع رئيسية من الشاشات:
- شاشات رصاصية
- شاشات فلورسنت
- شاشات فلورومعدنية
- يجب أن تكون الشاشات خالية من الشروخ أو الأوساخ حتي لا تؤثر على الصور الإشعاعية

شاشات رصاص

- هي الأكثر استخداماً في التصوير الاشعاعي وهي تنقسم الي نوعين:

1. شرائح من ورق الرصاص
2. حوامل (ورق) مطلي بأكاسيد الرصاص تستخدم للأفلام الجاهزة (for ready packed film)

- سماكة شاشات من هذا النوع تكون عادة 0.1 الي 0.15 مم
- الشاشة الموجودة في الاتجاه الاقرب للمصدر المشع تعمل كفلتر حيث تمتص الاشعة ذات الطاقة الضعيفة
- الاشعة ذات الطاقة العالية تحرر الالكترونات من الرصاص عن طريق تشتت كومبتون حيث تعطي الفيلم الصورة الاشعاعية
- الشاشة الموجودة خلف الفيلم في الاتجاه الابعد من المصدر تعمل كواقي من الاشعة المتبعثرةوالتي طاقتها غير كافية لتحرير الالكترونات وتاثيرها سالب على جودة الصورة
- عند طاقة أعلى من 120 ك.ف تقلل من زمن التعرض

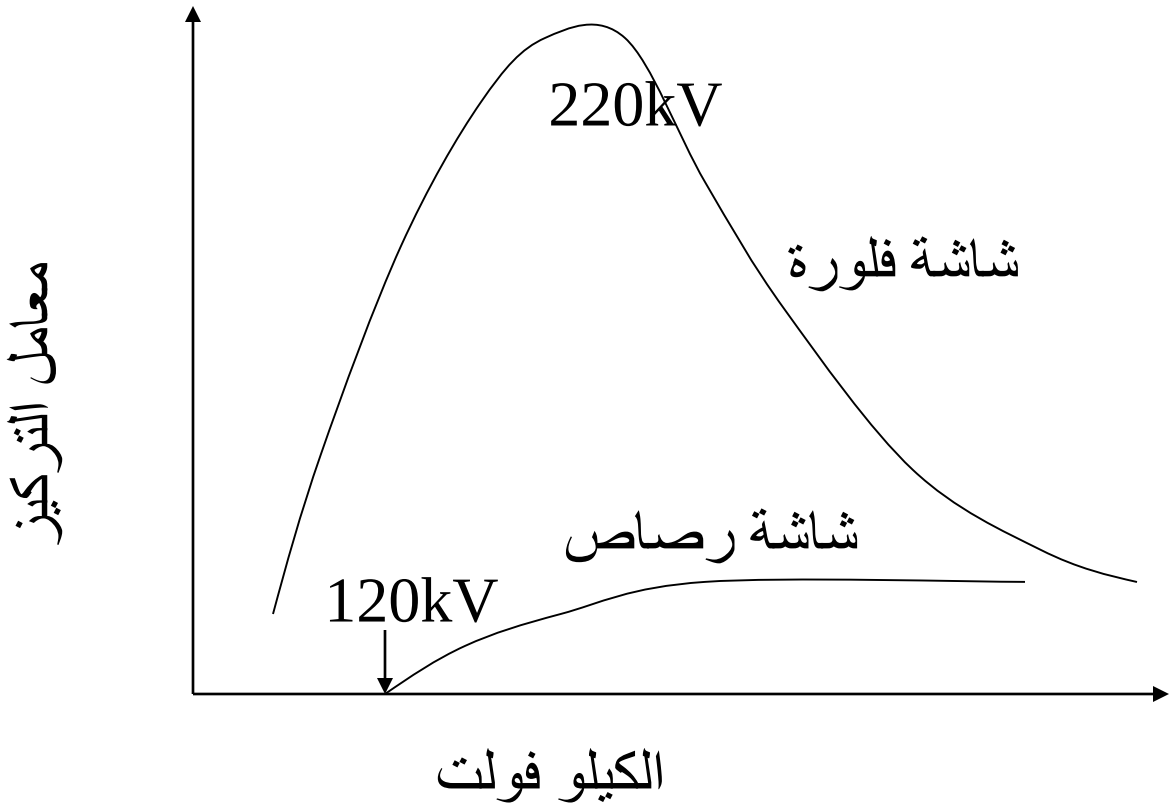
Fluorescent Screen
الشاشات الفسفورية

- هي شاشات تصنع من المواد التي تبعث ضوء عندما تمتص الاشعة(fluorescent materials) كتنغستات الكالسيوم و سلفيت الزنك مما يزيد تركيز الصورة
- الضوء المنبعث من هذه الشاشات تزداد شدته كل ما زادت كمية الاشعة الممتصة
- كيفية تكوُّن الصورة الاشعاعية تعتمد علي الاشعة نفسها والضوء المنعبث من الشاشات
- هذا النوع من الشاشات صورها الاشعاعية اقل جودة وايضا هي لا تمتص الاشعة المتبعثرة
- تستخدم في تصوير الثخانات العالية باستخدام مصدر اشعة محدود الطاقة

الشاشات الفلورورصاصية
Fluorometallic screen

- هي خليط بين الشاشات المتفسفرة والرصاصية وتجمع مميزاتها
- تعطي الضوء عندما تمتص الاشعة في عملية التصوير
- تمتص الاشعة المتبعثرة

التغيير في التركيز مع التغيير في طاقة الاشعة



Cassettes and film holders
حامل الافلام

- تستخدم عادة مع الشاشات الرصاصية حيث ان إلتصاق الشاشة مع الفيلم ضروري لجودة الصورة وتكون إما حاملات صلبة او بلاستيكية مرنة (اليلاستيكية المرنة الاكثر إستخداماً)
- لضمان الالتصاق الجيد بين الشاشة والفيلم يثبت الحامل على القطعة المختبرة بطريقة تضمن عدم وجود فراغ بين الشاشة والفيلم
- حامل الافلام ايضاً يحمي الفيلم والكاسيت من الضوء والعيوب التي تنتج من ضغط القطعة المختبرة علي الفيلم والكاسيت وبذلك حماية الصورة من التشوهات

Filters

المرشح

- عبارة عن شرائح معدنية من مواد ذات رقم ذري كبير كالنحاس والفولاذ والرصاص توضع على فتحة انبوب أشعة (إكس) لتمتص الاشعة ذات الطاقة الضعيفة(مصدر الاشعة المستطارة) وهي ايضا تعمل علي :

1. تقليل من تباين الصورة في الاجسام ذات الثخانات المتعددة مما يتيح تسجيل صورة مقبولة في وجود تغير كبير في ثخانة الجسم
2. تقلل من الأشعة المتبعثرة

Masking

الساتر

- عبارة عن سواتر تُصنَع من الرصاص تُستخدَم مع القطع ذات الأبعاد غير المنتظمة لتقليل أثر الاشعة المتبعثرة على الصورة وأيضا تعمل على:

1. امتصاص الأشعة التي تتسبب في الأشعة المتبعثرة
2. تقلل من الأشعة المتبعثرة التي تنتج من القطعة تحت الاختبار
3. تقلل من أثر الأشعة المتبعثرة من البيئة المحيطة بالإختبار

- الأشعة ذات الطاقة الضعيفة = مزيد من الأشعة المتبعثرة = جودة أقل في الصورة الاشعاعية

DARKROOM AND FILM PROCESSING FACILITIES

غرفة التظهير (الغرفة المظلمة)

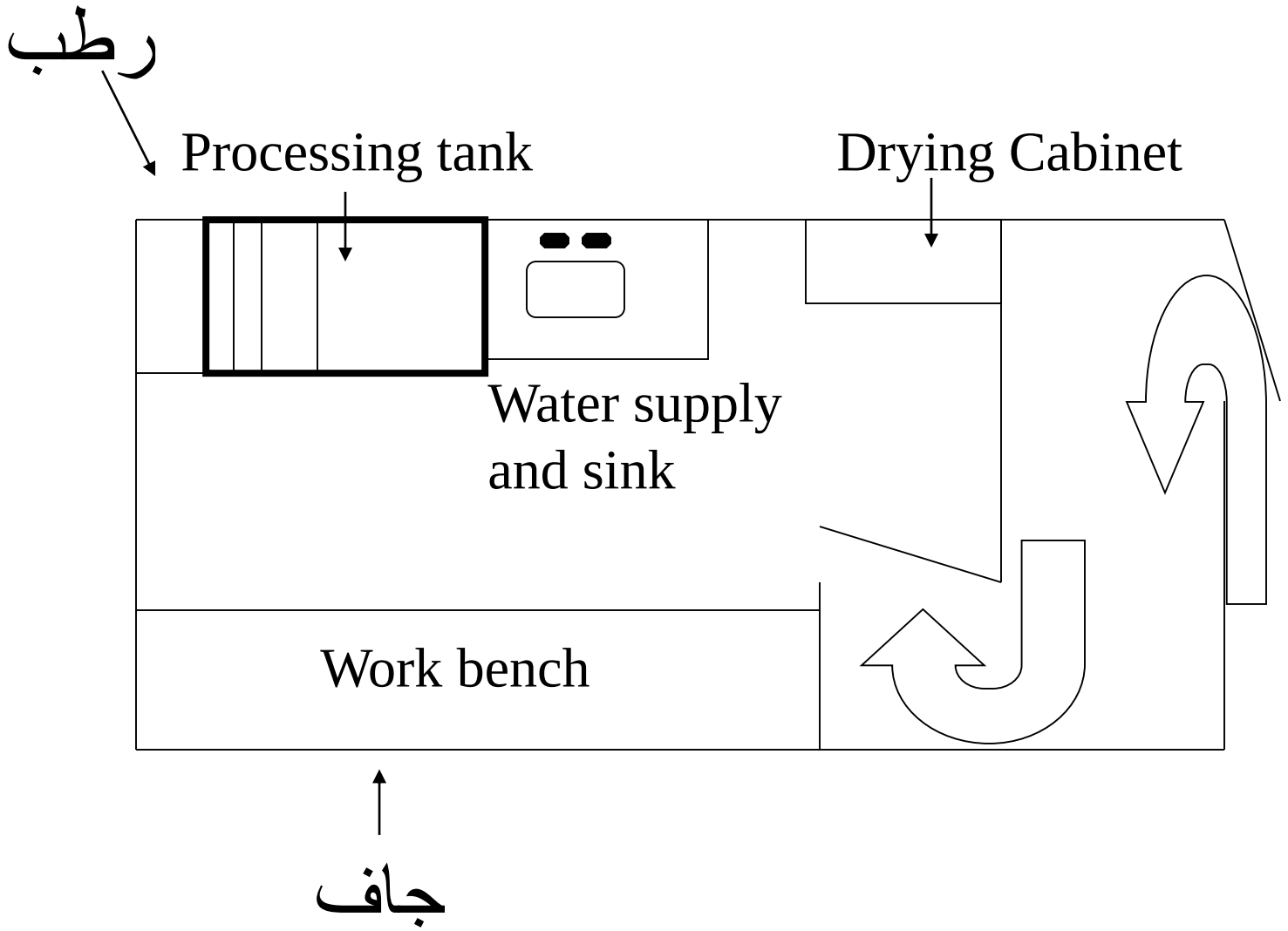
- النشاطات التي تتم داخل غرفة التظهير كتحميل الأفلام أو تجهيزها ، التظهير، وحديثا تعريف الفيلم (فلاش)
- الاحتياجات الاساسية بعض :

1. معتمة ومظلمة
2. مجهزة بضوء آمن (مثلا: أحمر)
3. لها وصف وترتيب واضح وسهل
4. تنشأ في منطقة غير معرضة للإشعاع
5. ذات نظام تهوية جيد ومريحة لمن بداخلها
6. مصدر مياه دافئة وساخنة ولها نظام تصريف جيد
7. جافة سهلة التنظيف ومحمية من ضوء الشمس
8. تصمم حيث توضع المعدات حسب ترتيب خطوات العمل
9. بشكل أساسي يفصل بين الأنشطة الجافة(تجهيز الافلام) والأنشطة الرطبة (التظهير)

أنواع التظهير

- تظهير عن طريق ماكينة تظهير أوتاماتيكية
- التظهير اليدوي
- التظهير اليدوي هو الطريقة المستخدمة بشكل كبير في أغلب بلدان العالم خاصة مع الأفلام التي يتم التحكم في زمن تعرضها يدوياً
- ماكينة التظهير يمكن أن تستخدم عادةً مع الأفلام التي يتم التحكم في زمن تعرضها آلياً

مثال خريطة لغرفة تظهير



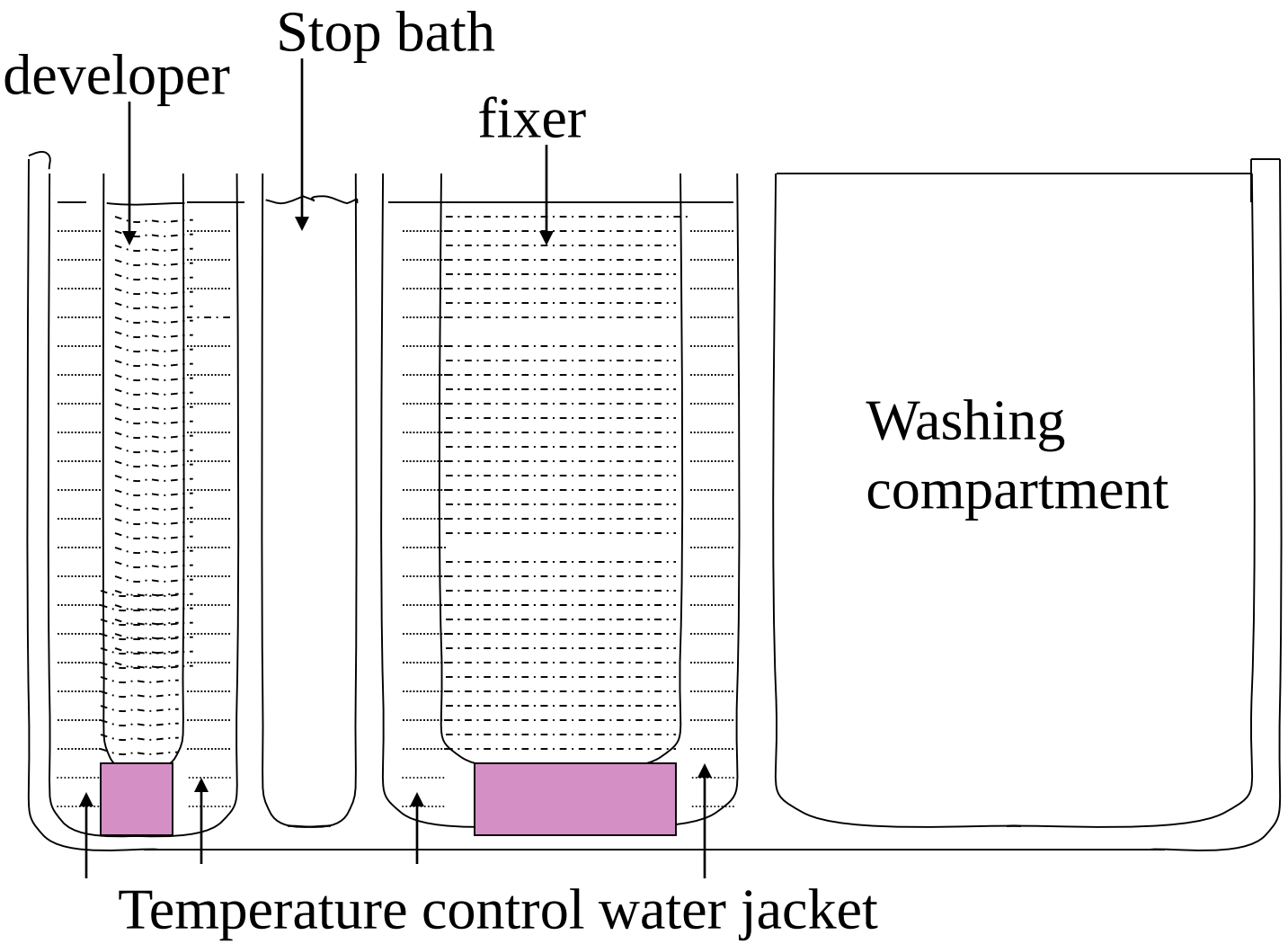
جدران ،أرضية وسقفة غرف التظهير

- سقف غرفة التظهير يطلي بمادة شبه زجاجية تعكس أغلب أشعة الضوء الساقطة على الغرفة
- الحوائط تطلى أوتغلف لحمايتها من مواد التظهير بالسيراميك أو أي مواد مناسبة لذلك
- الأرضيات تغطى بمواد مقاومة للمواد الكيميائية مواد غير ماصة وغير زلقة

منضدة تجهيز الافلام

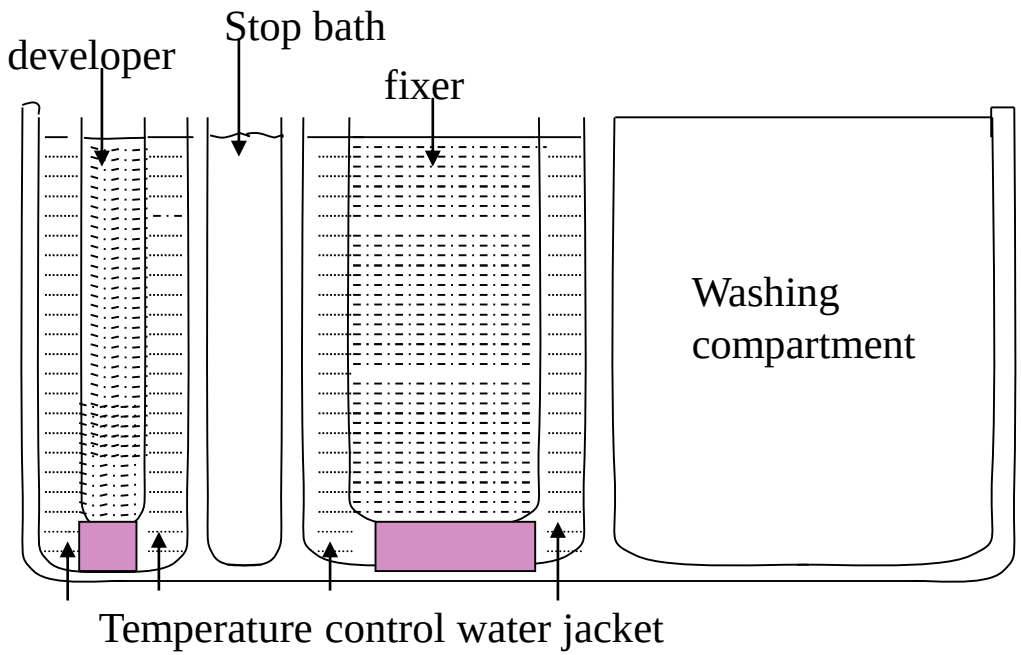
- يجب أن توضع بعيداً من محاليل التظهير لتلافي بقع الماء والمحاليل
- توضع عليها حمالة الافلام وصناديق الأفلام المغلقة غير المعرضة

خزانات التظهير اليدوي وترتيبها داخل الغرفة المظلمة



خطوات التظهير للفلم

- التظهير
- الغسل الأولي
- التثبيت
- الغسيل
- التجفيف



تحضيرات قبل التظهير

1. تحريك المحلول (التظهير/التثبيت)
2. قياس درجة حرارة المحاليل ويجب أن تكون متساوية
3. فحص مستوى المحاليل
4. فحص مياه الغسيل يجب أن تكون نظيفة وإذا كانت مياه جارية أفضل

تحميل الافلام

- اطفاء الضوء الابيض و تشغيل الضوء الامن
- ازالة الفيلم من المظروف برفق
- نضع الفيلم بين الشاشات
- تحميل الفيلم والشاشات داخل حامل الافلام البلاستيكي
- اضاءة الضوء الابيض

تفريغ الفلام

- إطفاء الضوء الأبيض و تشغيل الضوء الآمن
- إخراج الفيلم والشاشة من الحامل البلاستيكي
- ضع الأفلام على حمالة الأفلام

خطوات المظهر

- تحريك المحلول
- اغمر الفيلم في المظهر وحركه بطريقة منتظمة أفقياً ورأسياً لمدة 30 ثانية
- اترك الفيلم لمدة دقيقة واحدة ثم حرك لمدة 5 ثواني
- استمر حتى تتم مرحلة المظهر

الغسيل الاولي

- مدة الغسيل الأولي من 30 إلى 60 ثانية
- الغرض:

–منع انتقال المظهر إلى المثبت حتى لايفقد فعاليته

–إيقاف مرحلة المظهر

التثبيت

- الغرض منه:
  - إيقاف المظهر تماماً
  - إزالة حبيبات الفضة غير المعرضة(مظهرة)
  - تقسية الطبقة المستحلبة الحساسة حتي لا تتأثر بالخدوش أثناء التعامل مع الفيلم
  - تثبيت الصورة
- الطريقة :
  - نغمر الفيلم ونحركه أفقيا ورأسياً لمدة 30 ثانية
  - نترك الفيلم لمدة لاتقل عن ضعف المدة التي قضاها الفيلم في المظهر

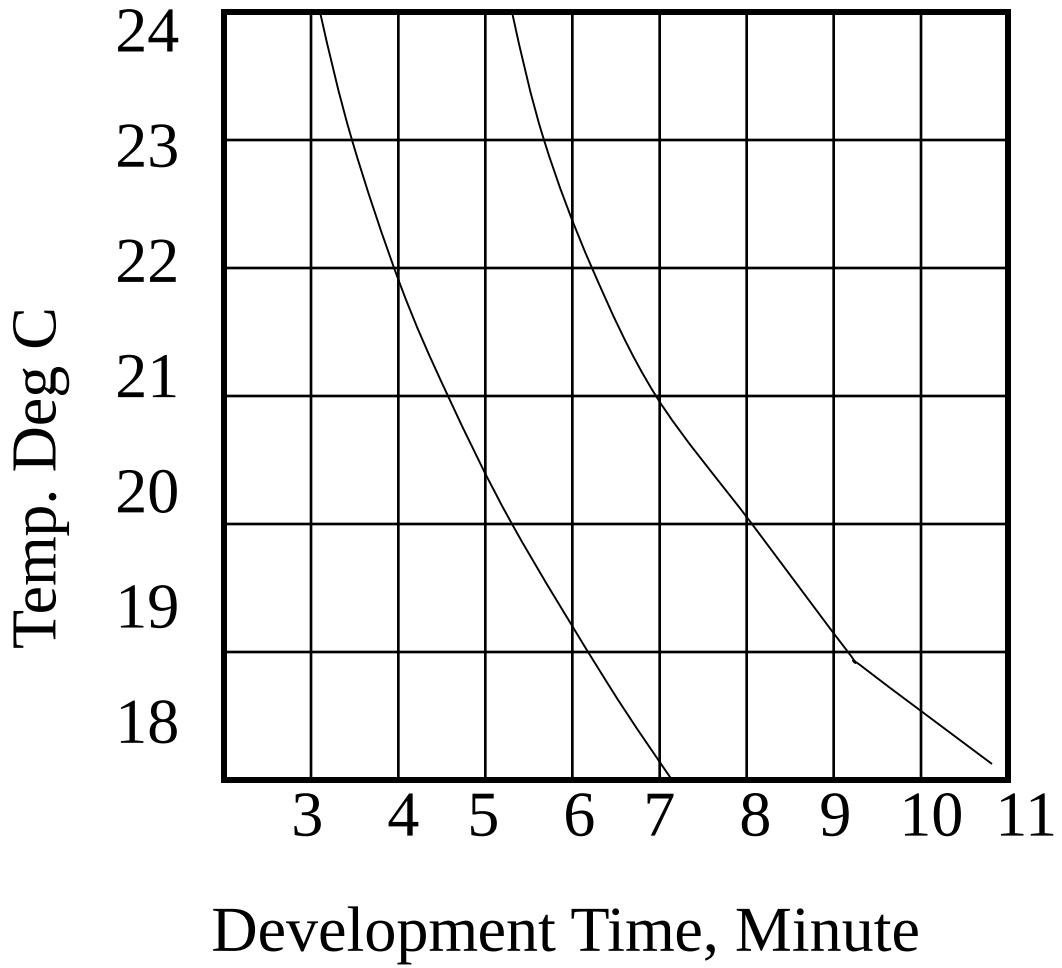
الغسيل

- الغرض منه إزاله المحاليل الكيمائية من على سطح الفيلم
- الطريقة:
  - استخدام المياه الجارية
  - درجة حرارة ملائمة
  - التأكد من الغمر الكلي للفيلم
  - دورة المياه يجب أن تكون من 4 – 8 لكل ساعة
- يمكن أن يكون الماء في خزان أو في شكل مياه متحركة (شلال)

التجفيف

- الحذر يجب أن يتوفر كي نتفادى التلف أو التجفيف غير المتساوي
- يمكن أن نجفف في وحدة تجفيف بها تدوير للهواء مع التحكم في درجة حرارة الهواء أو ماكينة تجفيف
- الحذر من درجات الحرارة العالية والتصاق الأفلام أثنا ء التجفيف
- يمكن التجفيف العادي بتعليق الأفلام في درجة حرارة الغرفة أو في الهواء الطلق

العلاقة بين التظهير ودرجة حرارة المحاليل



جودة الصورة الإشعاعية

Radiography quality
جودة التصوير الاشعاعي

- التصوير الإشعاعي المطابق لمتطلبات الجودة هو التصوير الذي يحقق ما نص عليه العميل في عقود أو أشارإليه من معايير ومواصفات تحكم عملية التصوير الاشعاعي المعنية

Factors Affecting Radiographic Quality
العوامل المؤثرة في عملية التصوير الاشعاعي

- العيوب الناتجة من سوء التعامل مع الأفلام
- الحساسية:

1. الكثافة
2. التباين
3. التعريف definition
4. الأشعة المبعثرة

- التحديد Identification
- النقاط المرجعية على القطعة

حساسية التصوير الإشعاعي

- هي مقياس لأصغر عيب يمكن الكشف عنه بالتصوير الاشعاعي
- عادةً توصف بـ % حيث:

$$\text{الحساسية}(\%) = \frac{\text{أصغر عيب مكتشف}}{\text{الثخانة}} * 100$$

Factors Affecting Sensitivity
العوامل المؤثرة في الحساسية

1. الكثافة
2. التباين
3. التعريف definition
4. الأشعة المبعثرة

الكثافة

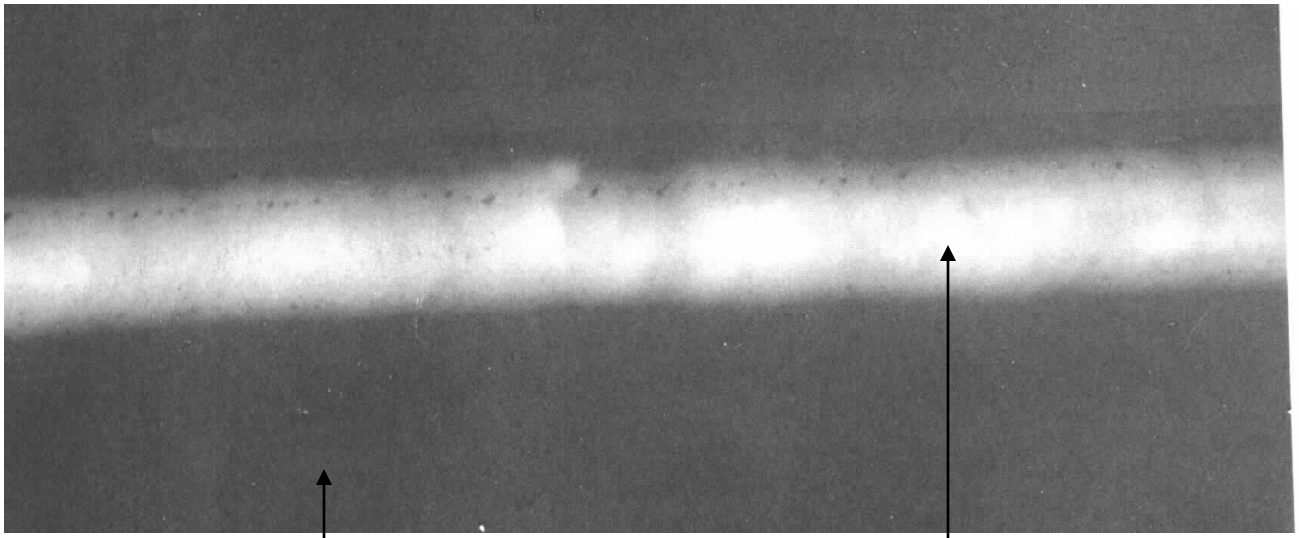
- هي درجة الظلامية
- الكثافة = $\text{Log}\ (I_0/I_t)$ حيث:

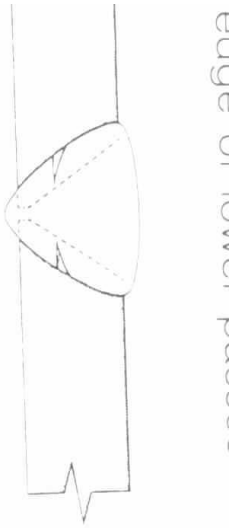
I_0 شدة الضوء الساقطة على الفيلم I_t شدة الضوء النافذة خلال الفيلم

- تقاس بجهاز (densitometer)
- عادةً من 1.8 أو 2 الي 4
- الكثافة العالية أو القليلة تؤثر في جودة وحساسية الصورة الإشعاعية

High and Low densities in a radiograph

الكثافة العالية أو القليلة في الصورة الاشعاعية





High density area

كثافة عالية

Low density

كثافة قليلة

Radiographic Contrast
تباين الصورة الاشعاعية

- هو الاختلاف في الكثافة بين منطقتين متلاصقتين علي الفيلم
- كلما كان الاختلاف كبيرا كلما زاد التباين
- تباين الصورة الاشعاعية= تباين الفيلم + تباين الجسم
- تباين الجسم هو التباين الذي يكون سببه الجسم المختبر ويكون بـ:

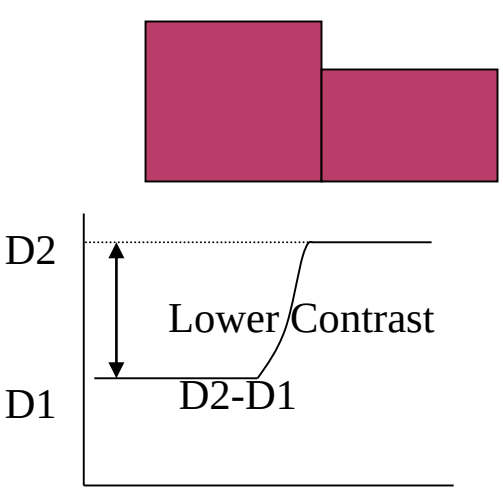
1. إختلاف السماكة
2. التركيبة الداخلية المختبرة
3. طاقة الأشعة المستخدمة

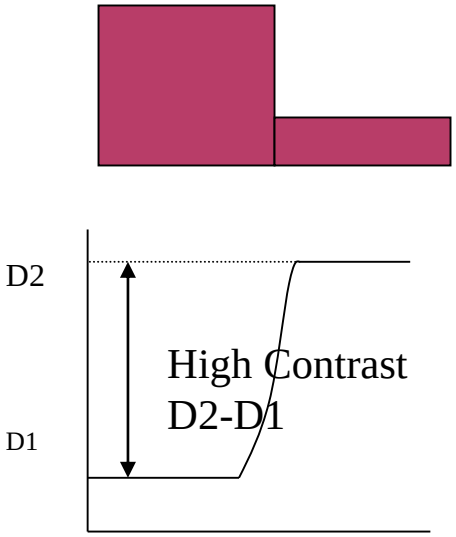
تباين الجسم المختبر

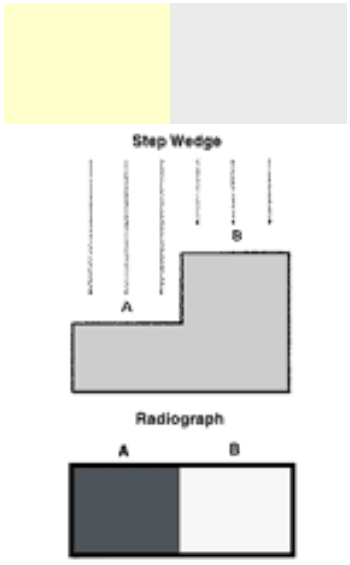
- هو ناتج عن التباين والاختلاف في كمية الأشعة الواصلة إلى الفيلم نتيجة لامتصاصها بواسطة الجسم المختبر وتعتمد على الاختلاف في السماكة وطاقة الأشعة وتجانس القطعة تحت الاختبار

Subject Contrast

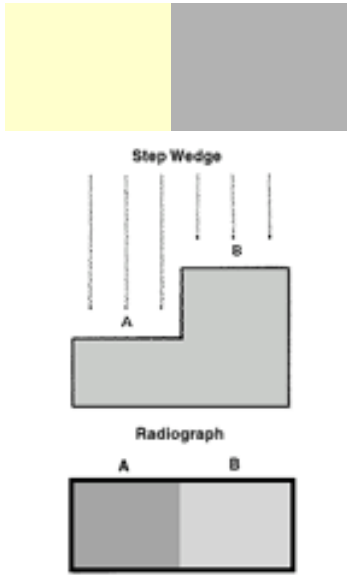
تباين الجسم المختبر







Low energy



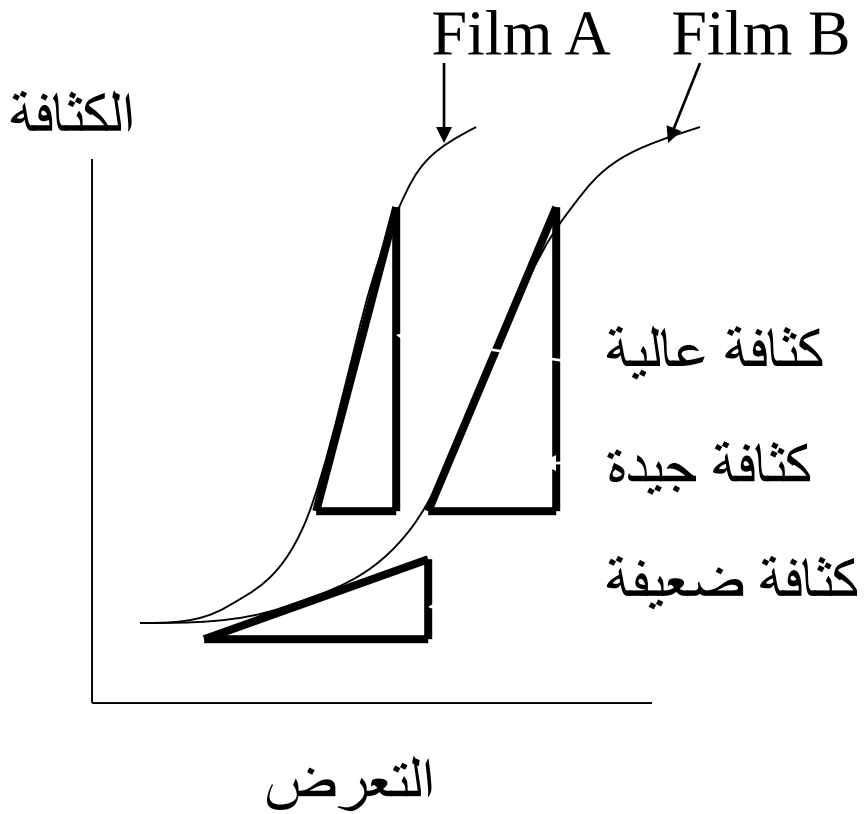
High energy

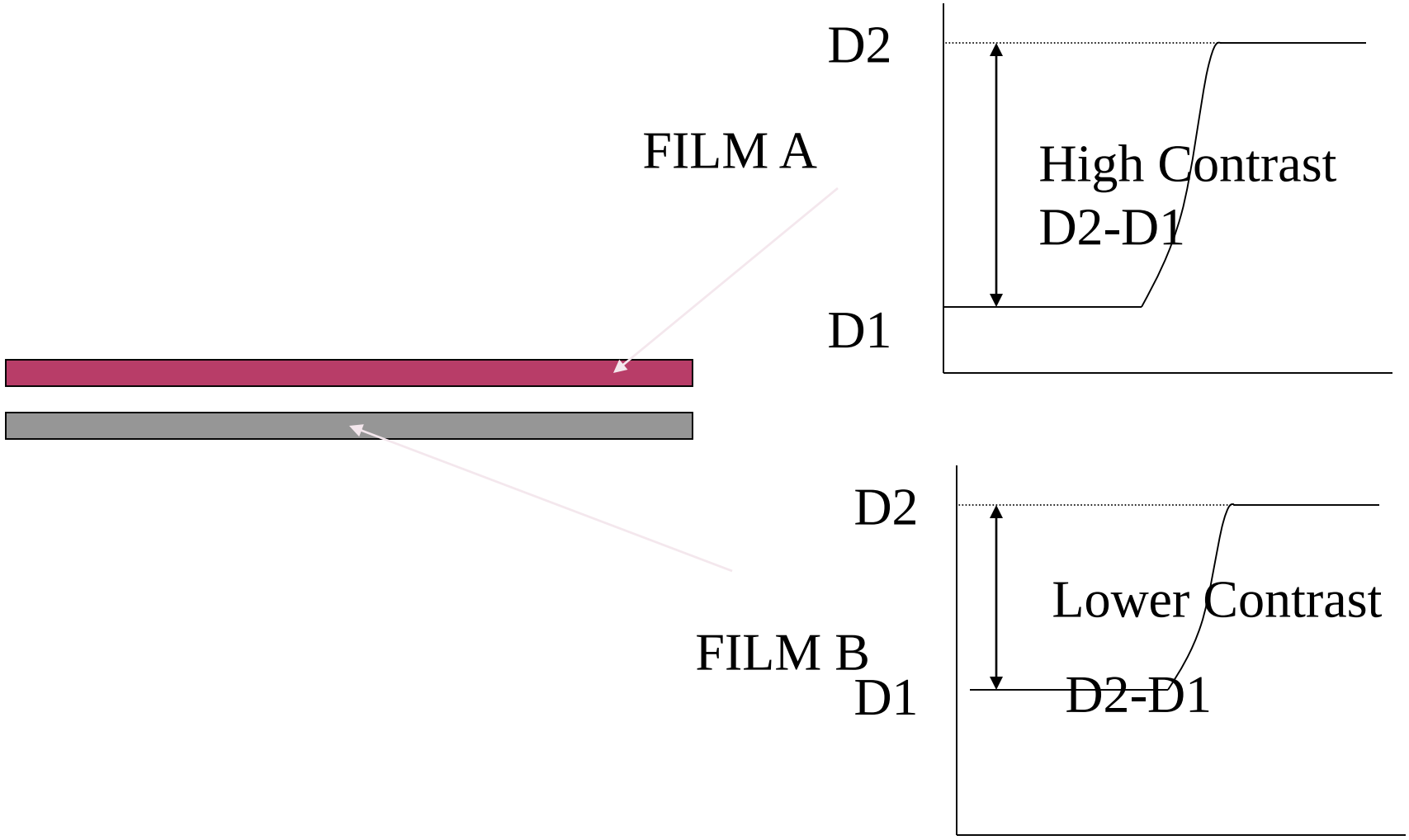
Film Contrast

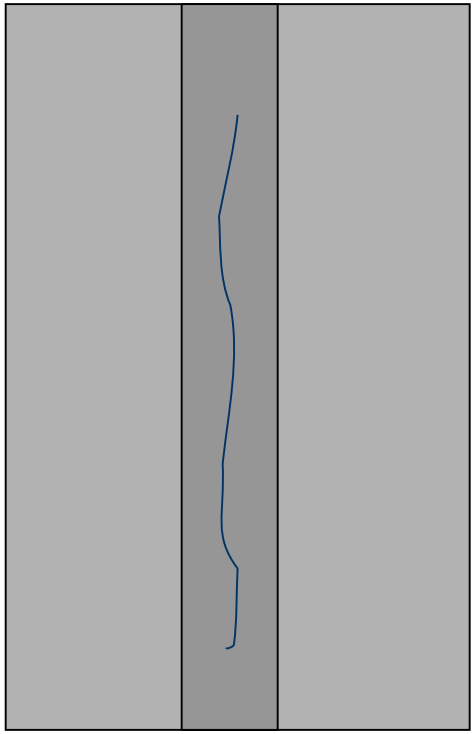
تباين الفيلم

- تباين الفيلم يعتمد علي :

1. نوع الفيلم
2. كثافة الفيلم
3. مستوي الضبابية

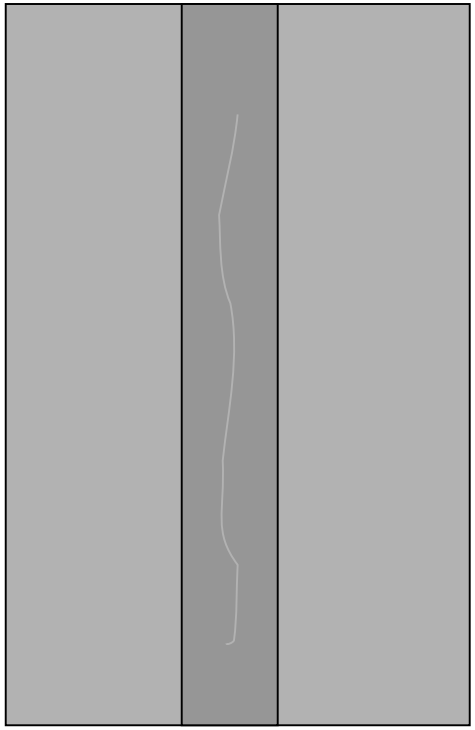



D2
FILM A
High Contrast
D2-D1
D1
D2
Lower Contrast
FILM B
D1
D2-D1



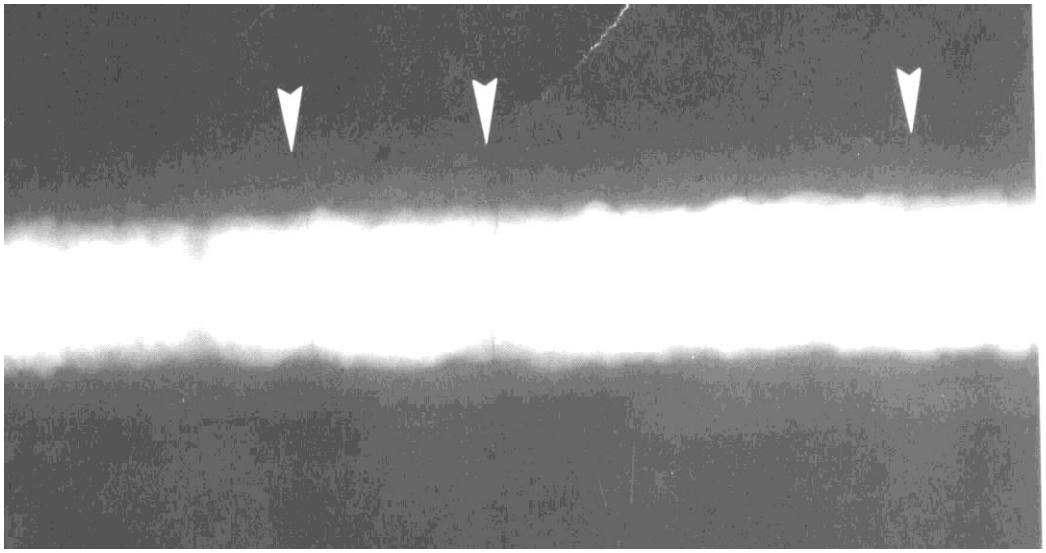
GOOD CONTRAST

تباين جيد

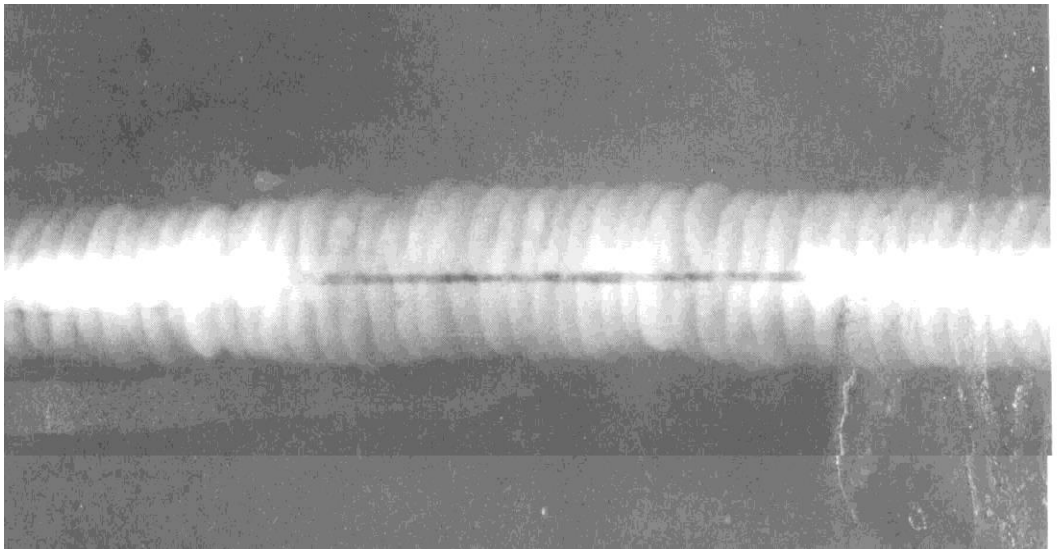


POOR CONTRAST

تباين ضعيف



Radiography with poor contrast



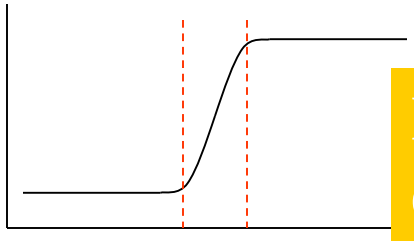
Radiography with good contrast

تباين الصورة الاشعاعية

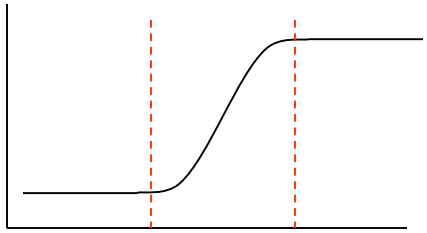
تباين الفيلم	تباين الجسم المختبر
•نوع الفيلم •كثافة الفيلم (بشكل عام الأعلى كثافة هو الأفضل تبايناً)	•التغير في السماكة كل ما كان التغير كبيراً كلما زاد التباين •التغير في الكثافة كل ما كان كبيراً كلما زاد التباين •كلما زادت طاقة الأشعة المستخدمة كل ما قل التباين

تحديد الصورة الاشعاعية
Radiographic Definition

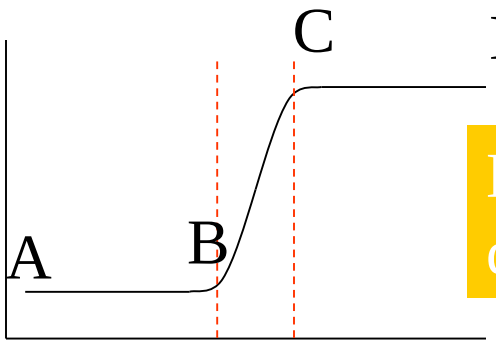
- التمايز (Distinctness) في حدود الصورة بين الكثافات ووضوح التفاصيل الدقيقة في الصورة
- أيضاً يرجع إلى درجة الوضوح في الصورة الإشعاعية
- تحديد الصورة الإشعاعية = شبه الظل الهندسي .Ug +شبه الظل الذاتي inherent unsharpness



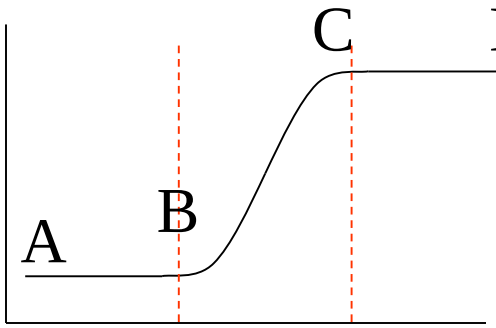
Better definition



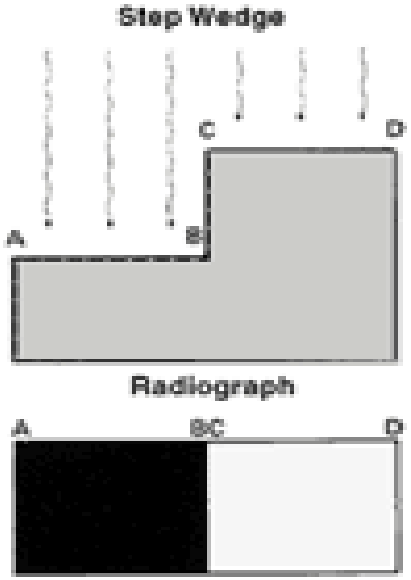
Poor definition

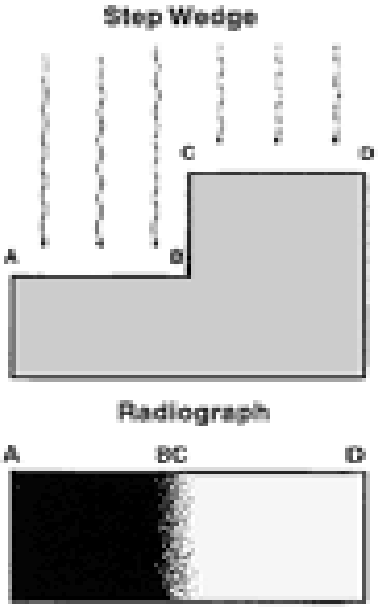


Better definition



Poor definition





GEOMETRICAL UNSHARPNESS

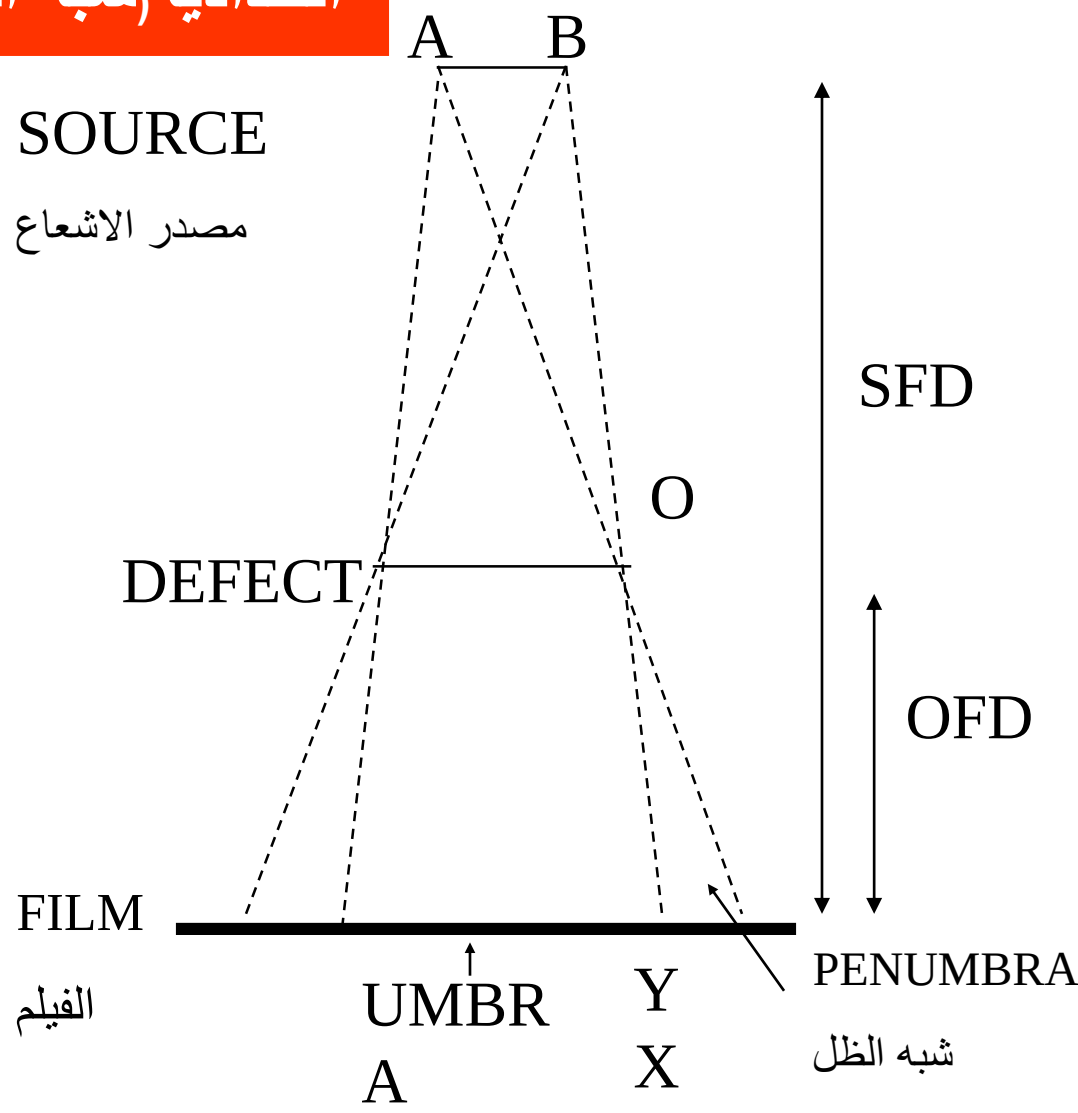
الحدادية(شبه الظل الهندسي)

$$\frac{XY}{AB} = \frac{YO}{BO} = \frac{YO}{SFD - YO}$$

$$\frac{P}{F} = \frac{OFD}{SFD - OFD}$$

لنقلل من شبه الظل الهندسي:

1. نصغر من حجم المصدر قدر الإمكان (F)
2. زيادة البعد بين مصدر الإشعاع والفيلم
3. تقليل البعد بين الفيلم والجسم المختبر



سماحيةT-285Geometric Unsharpness Limitation ASME
شبه الظل الهندسي حسب كود الجمعية الامريكية لمهندسي الميكانيك

- material Thickness Penumbra in

under 2”	0.020
2” to 3”	0.030
3” to 4”	0.040
greater than 4”	0.070

Radiographic Definition

تحديد الصورة الاشعاعية

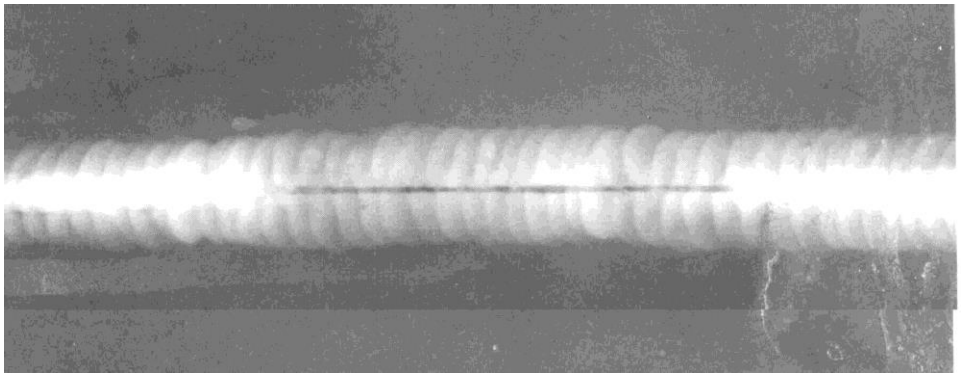


Image of defect with Good definition

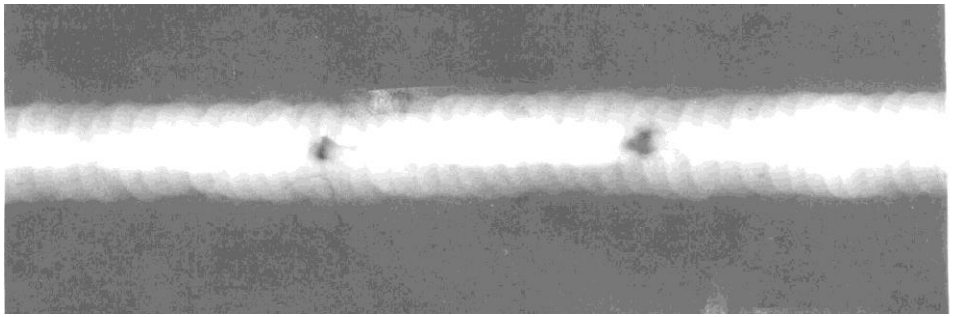


Image of defect with poor definition

Radiographic Definition

Geometry unsharpness

شبه الظل الهندسي

- حجم المصدر الأصغر أفضل
- مسافة الفيلم - المصدر الأكبر أفضل
- مسافة الجسم المختبر – الفيلم الأقصر أفضل

Film graininess

تحبب الفيلم

- نوع الفيلم
- طاقة الأشعة(كلما زادت طاقة الأشعة زادت عدم الحدة الذاتية)
- نوع الشاشات) الشاشات المستخدمة كالفسفورية تقلل التحديد)

Inherent unsharpness

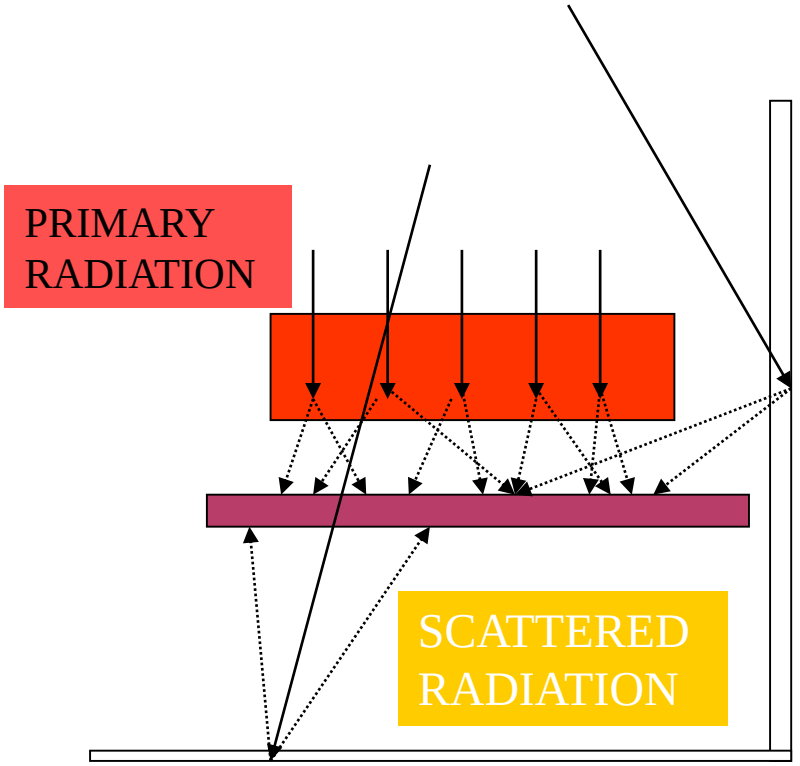
عدم الحدة الذاتية

- طاقة الأشعة(كلما زادت طاقة الأشعة زادت عدم الحدة الذاتية)

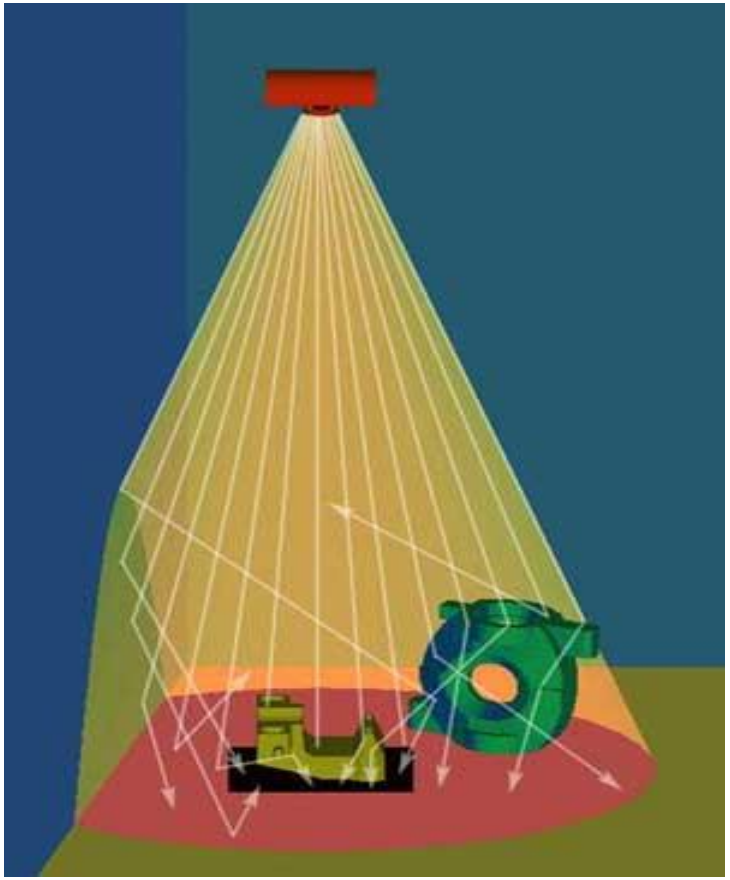
Scattered Radiation

الأشعة المشتتة

- هي الاشعة المنحرفة من المسار الرئيسي للاشعة
- تقلل من التباين والتعريف وبالتالي من حساسية الصورة الإشعاعية
- أنواعه:
  - التشتت الأمامي
  - التشتت الجانبي
  - التشتت الخلفي

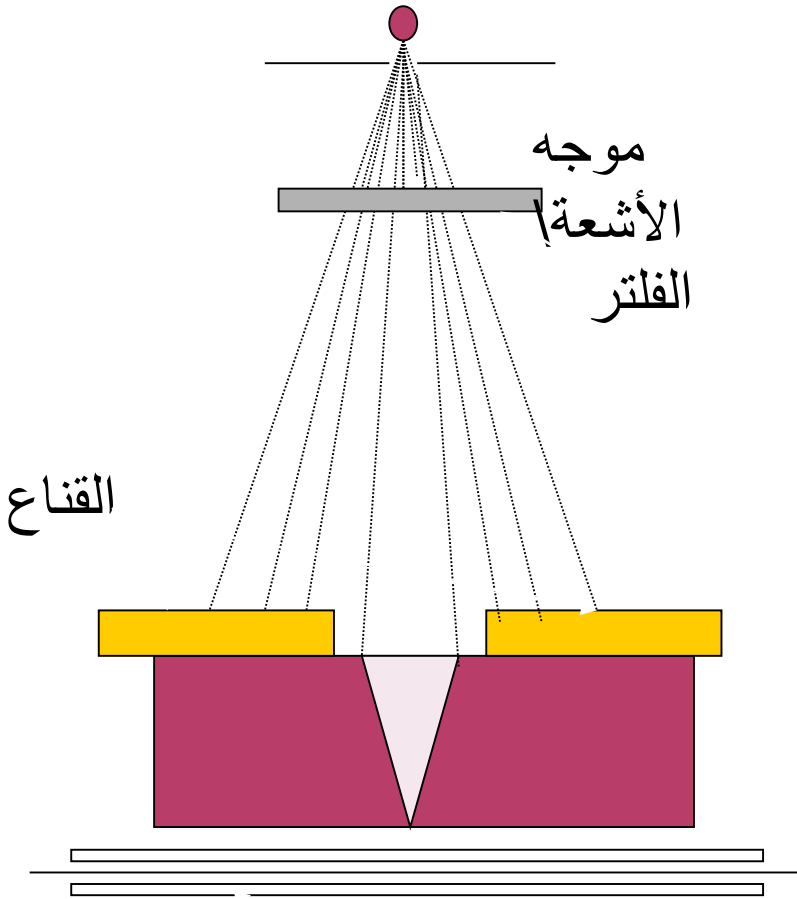


- يتم التحقق من وجود الأشعة المشتتة باستخدام الحرف(B) على الوجه الخلفي منه
- مصادر الأشعة المشتتة:
  - المصدر الأساسي للأشعة المشتتة هو الجسم المختبر نفسه وأيضا الأجسام الموجودة في منطقة الاختبار والأرض لذا لتفادي كل هذا يجب إستخدام الشاشات والفلتر والقناع ليكون مؤثر جداً علي جودة الصورة



التحكم في الأشعة المبعثرة

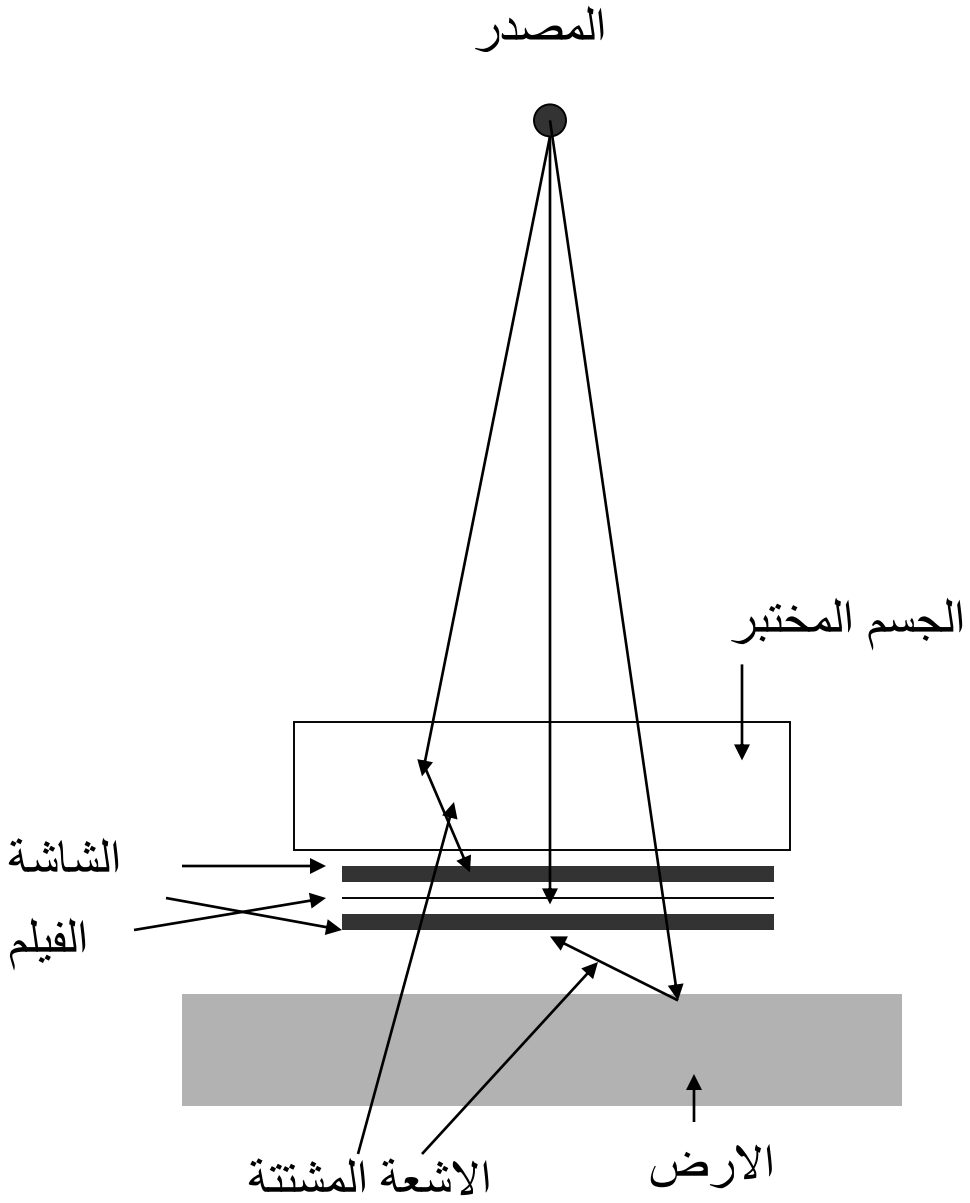
- استخدام شاشات الرصاص
- استخدام المرشح
- استخدام الأشعة
- استخدام الساتر
- استخدام شرائح الرصاص
- تفادي الطاقات الضعيفة للأشعة



شاشات رصاص

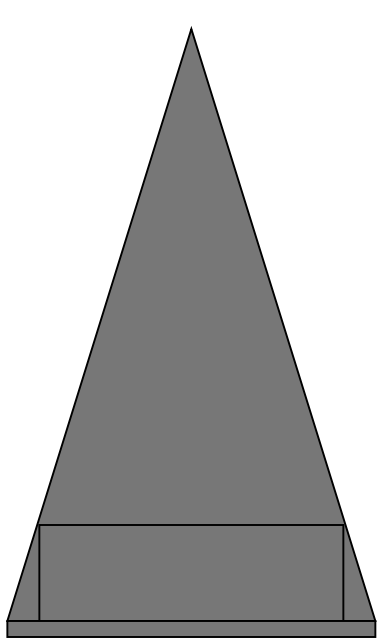
استخدام شاشات الرصاص

- سهلة الاستخدام ، غير غالية الثمن ، مقبولة في أغلب المعايير الدولية
- تمتص الأشعة الضعيفة المشتتة
- تحسن من التباين والتعريف
- يجب أن تلتصق تماما مع الفيلم لتفادي عدم وضوح الصورة
- الأوساخ والشروخ عليها تؤدي إلى ظهور إشارات خاطئة تتداخل مع صورة الجسم المختبر

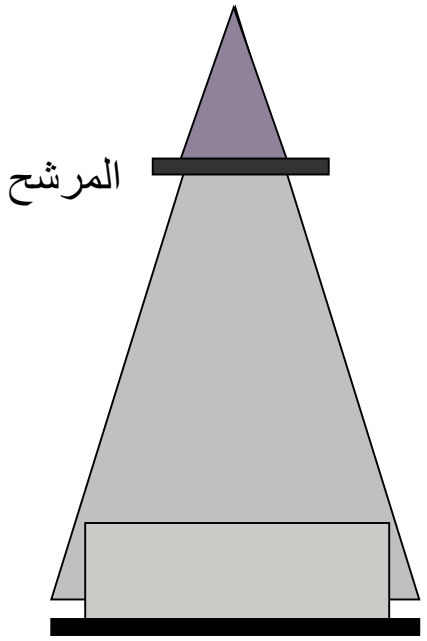


استخدام المرشح

- يصنع من النحاس أو الرصاص
- يرشح الأشعة الضعيفة مصدر الأشعة المشتتة
- تخدم فقط مع أشعة إكس نسبة لانها تحوي طيف متعدد الطاقات
- استخدام المرشح يزيد من زمن التعريض



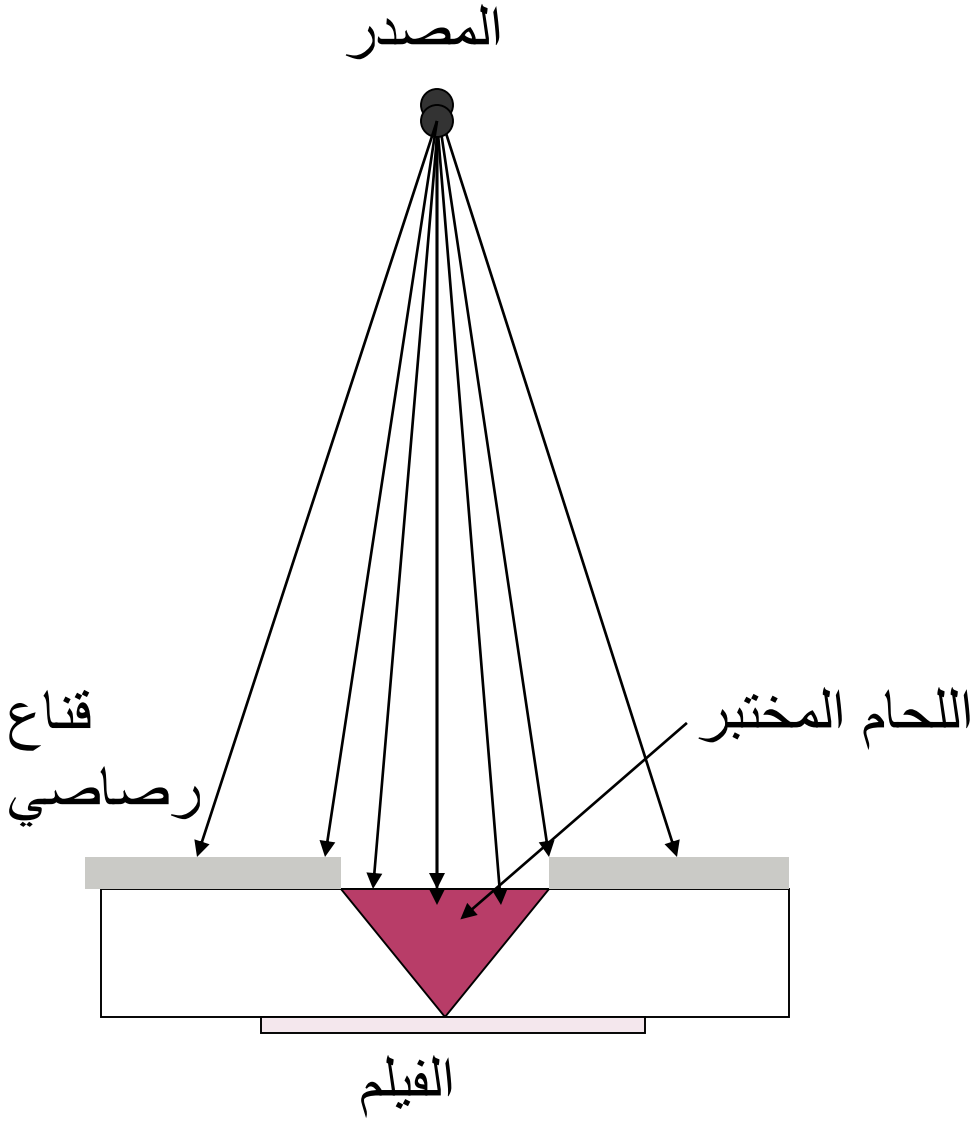
Low average energy



High average energy

استخدام الساتر

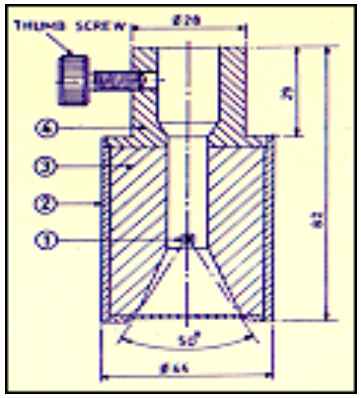
- عبارة عن قطع من الرصاص تشكل بطريقة معينة لتغطي الجسم المختبر
- الأشعة خارج المنطقة المختبرة تمتص بواسطة القناع

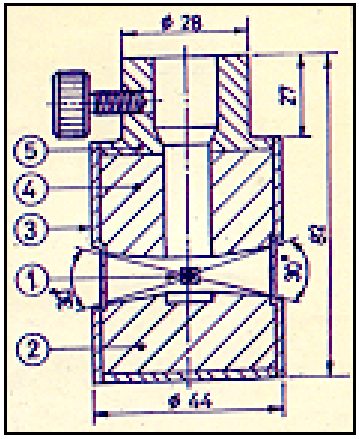


موجه الحزمة

- جهاز يستخدم لتحديد مسار أشعة غاما في إتجاه معين مرغوب فيه
- تصنع من الرصاص أو التنغستين
- تقلل من مستوى الإشعاع
- الجرعة الإشعاعية للأفراد تنخفض بشكل كبير
- مساحة حجم منطقة المراقبة تقل بشكل كبير
- في حالة دخول شخص غير مصرح له بالدخول إلي منطقة المراقبة تكون الجرعة التي تعرض لها قليلة جداً مقارنة مع عدم وجود موجه الحزمة

أمثلة علي موجه الحزمة





العوامل التي تؤثر في الحساسية

- طا قة الأشعة
- نوع الفيلم
- التظهير
- كثافة الفيلم
- سماكة الجسم المختبر
- الأشعة المشتتة
- الشاشات
- المرشحات

- ضبابية الفيلم
- مسافة الفيلم - المصدر
- مسافة الفيلم – الجسم المختبر
- حجم المصدر المشع
- القناع

خصائص محدد جودة الصورة

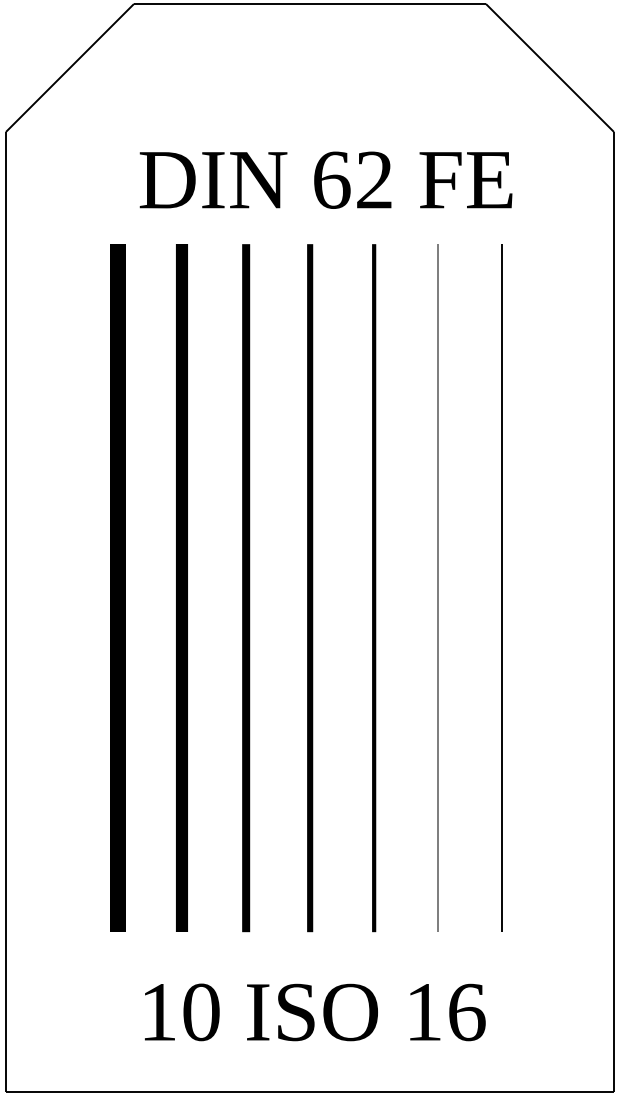
- دقيق في قراءته
- سهل في قراءته
- محدد جودة الصورة الواحد يكون ملائماً لمدى من الثخانات للأجسام المختبرة
- حجمها صغير
- سهلة الاستخدام
- كل منها يحتوي حروف وأرقام محددة تسهل من التعامل معها وإختيارها

أنواع محدد جودة الصورة

- Wire Type (نوع الاسلاك)
  - **عبارة عن أسلاك مختلفة في سماكتها طولها حوالي 50مم مثبتة على مظاريف بلاستيكية مرنة**
  - **مجازة ومقبولة من المعياروالكود البريطاني والألماني والياباني والجمعية الامريكية لمهندسي الميكانيك** Hole type (نوع الثقب)
  - **عبارة عن فتحات دائرية علي شرائح من الموادالحديدية تختلف في أقطارها وسماكتها حسب سماكة القطعة المختبرة**
  - **مجازة ومقبولة من المعيار والكود من الجمعيات الأمريكية لمهندسي الميكانيك والمواد ومعهد البترول الأمريكي**
  - **مجازة ومقبولة من المعياروالكود البريطاني والفرنسي**

Wire Type
IQI DIN 54109

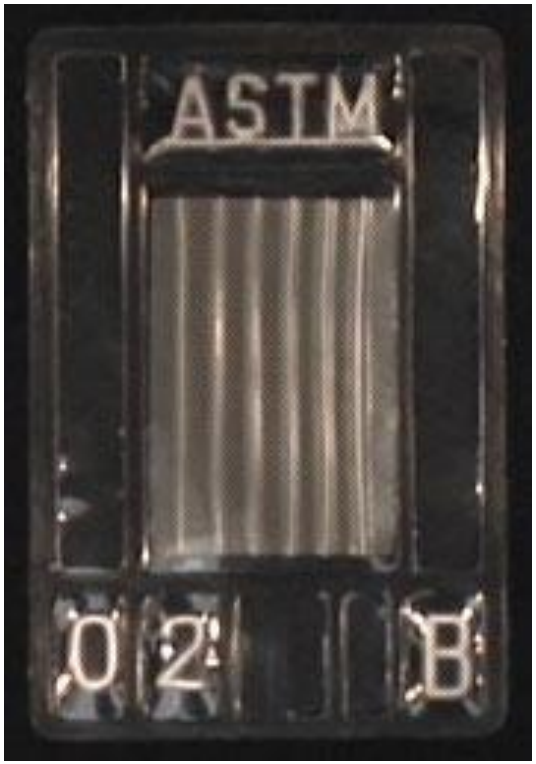
Wire Number	Wire Diameter mm	
1	3.2	SERIES 1
2	2.5	
3	2.0	
4	1.6	
5	1.25	
6	1.0	
7	0.8	
8	0.63	SERIES 2
9	0.5	
10	0.4	
11	0.32	
12	0.25	
13	0.20	SERIES 3
14	0.16	
15	0.125	
16	0.100	



IQI WIRE TYPE: ASTM

TABLE T-233.2
WIRE IQI DESIGNATION AND WIRE DIAMETERS, in.

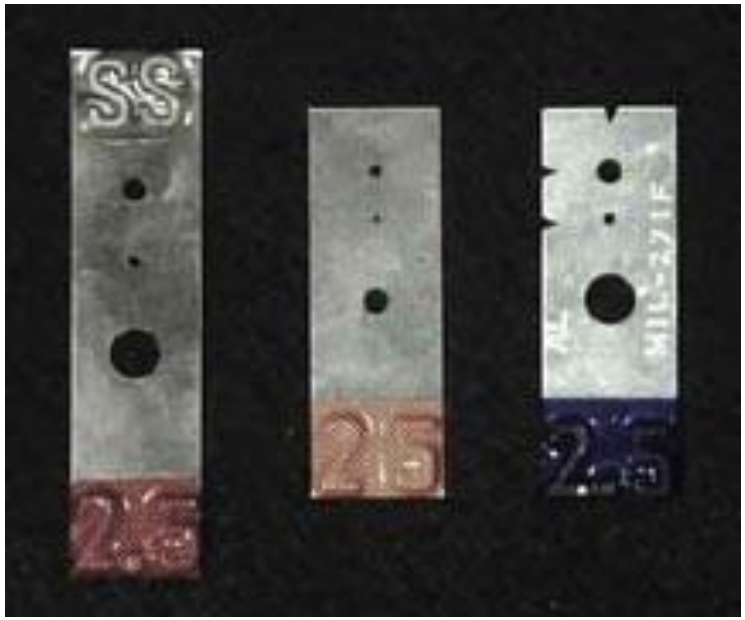
ASTM Set	Wire Diameter
A	0.0032
	0.004
	0.005
	0.0063
	0.008
	0.010
B	0.013
	0.016
	0.020
	0.025
	0.032
	0.040
C	0.050
	0.063
	0.080
	0.100
D	0.126
	0.160
	0.200
	0.250
	0.320



WIRE TYPE IQI:BS3971

Wire No	Diameter (mm)	Wire No	Diameter (mm)
1	0.032	12	0.400
2	0.040	13	0.500
3	0.050	14	0.630
4	0.063	15	0.800
5	0.080	16	1.00
6	0.100	17	1.25
7	0.125	18	1.60
8	0.160	19	2.00
9	0.200	20	2.50
10	0.250	21	3.20
11	0.320		

IQI Hole Type: ASME



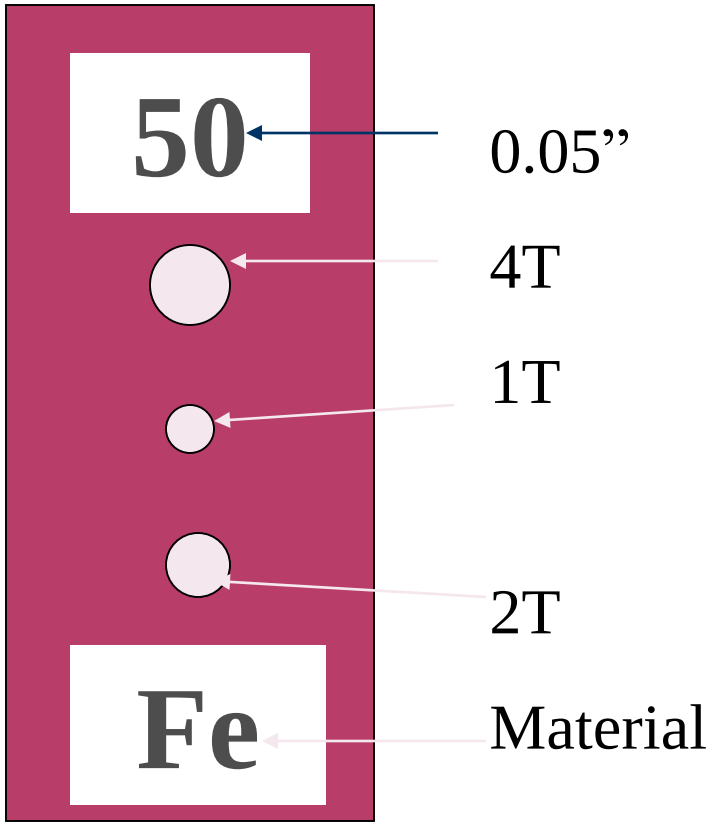


TABLE T-233.1
HOLE TYPE IQIDESIGNATION, THICKNESS, AND HOLE DIAMETERS, in.

Penetrameter Designation	Penetrameter Thickness	1 *T* Hole Diameter	2 *T* Hole Diameter	4 *T* Hole Diameter
5	0.005	0.010	0.020	0.040
7	0.0075	0.010	0.020	0.040
10	0.010	0.010	0.020	0.040
12	0.0125	0.0125	0.025	0.050
15	0.015	0.015	0.030	0.060
17	0.0175	0.0175	0.035	0.070
20	0.020	0.020	0.040	0.080
25	0.025	0.025	0.050	0.100
30	0.030	0.030	0.060	0.120
35	0.035	0.035	0.070	0.140
40	0.040	0.040	0.080	0.160
45	0.045	0.045	0.090	0.180
50	0.050	0.050	0.100	0.200
60	0.060	0.060	0.120	0.240
80	0.080	0.080	0.160	0.320
100	0.100	0.100	0.200	0.400
120	0.120	0.120	0.240	0.480
160	0.160	0.160	0.320	0.640
200	0.200	0.200	0.400	…

عوامل تؤثر في مؤشر جودة الصورة

- النوع wire/hole
- المادة Fe , Al
- التسمية الصحيحة
- المكان الصحيح
- ظهور أحرف التعريف
- رؤية السلك أو الفتحة المحددة الصحيحة

وضع مؤشر جودة الصورة

- يوضع في جانب المصدر المشع طالما ذلك ممكناً
- في نوع السلك : السلك ذو السماكة الأقل يوضع بعيداً عن المصدر المشع

◉ في نوع السلك توضع الأسلاك بشكل يقطع اللحام المختبر

◉ مؤشر جودة الصورة نوع الثقب يمكن أن يوضع بجانب او علي اللحام كما يمكن إستخدام قطعة من نفس المادة المختبرة تعادل ارتفاع اللحام حيث لا تزيد الكثافة عن +15% من كثافة الجسم المختبر يوضع عليها مؤشر جودة الصورة

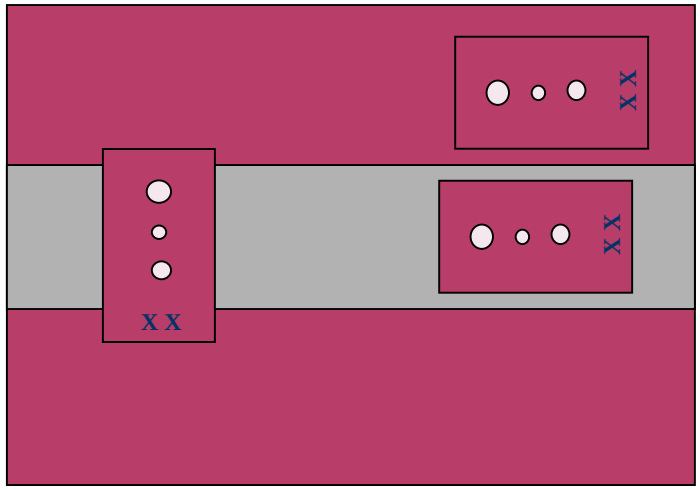
◉ للمصبوبات متعددة السماكات نستخدم أكثر من مؤشر جودة صورة واحد

وضع محدد جودة الصورة

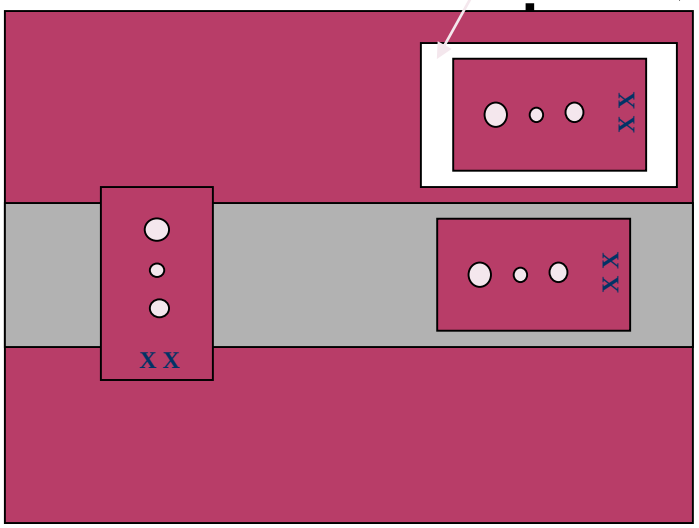
- إذا كان الجسم المختبر صغير الحجم يمكن إستخدام جسم منفصل من نفس عينة الاختبار يوضع عليه مؤشر جودة الصورة وتصور معاً
- مؤشر جودة الصورة الواحد يمكن أن يعبر عن التغيير في الكثافة في حدود -15% إلي +30% واذا زاد التغير في الكثافة عن هذا الحد يجب إستخدام موشر جودة صورة إضافي
- في نظام التعرض باستخدام المصدر غير الموجه يستخدم مؤشر جودة واحدة لكل ربع محيط دائرة(تفصل بينها ° 90)

وضع محدد جودة الصورة

- يوضع في جانب المصدر المشع طالما ذلك ممكناً
- إذا وضعت في جانب الفيلم يجب وضع حرف (F)
- أمثلة :

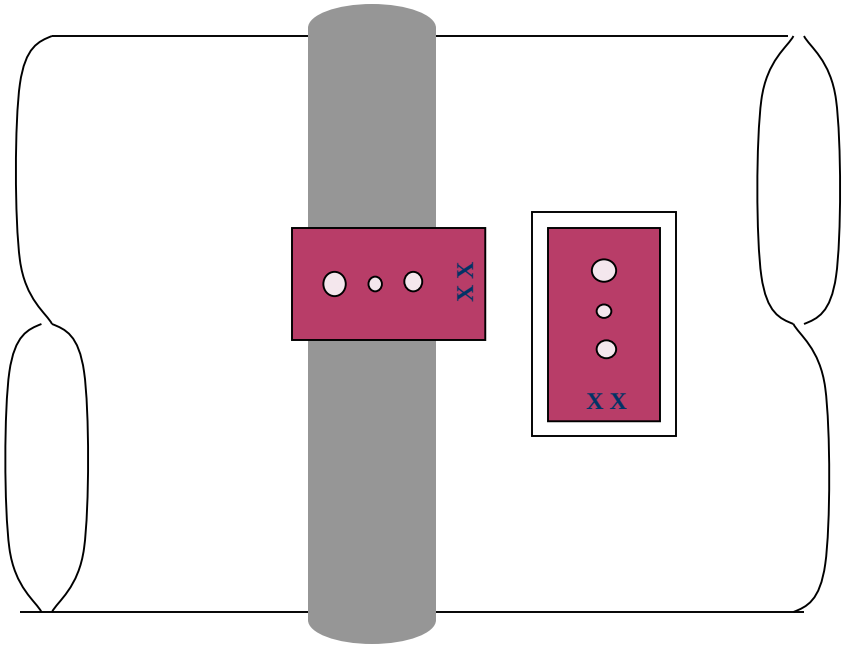


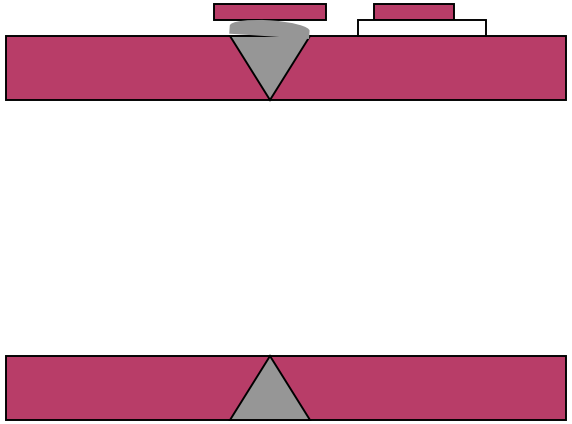
Single wall-no reinforcement



Single wall with reinforcement

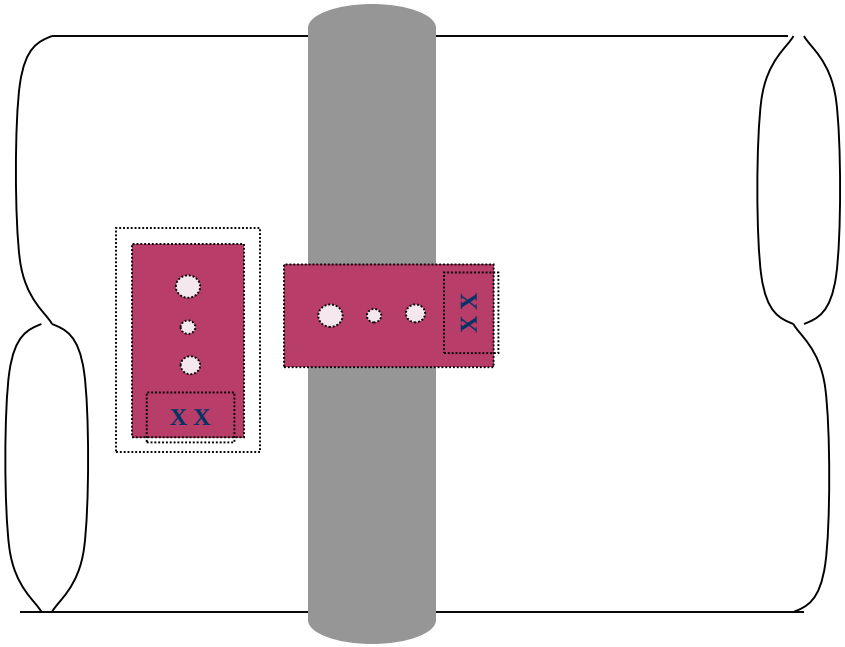
وضع محدد جودة الصورة

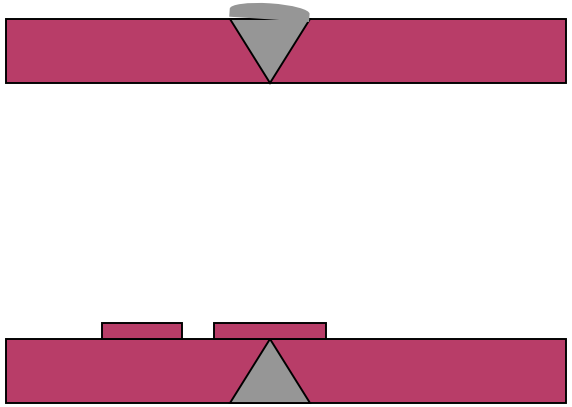




DWDI

وضع محدد جودة الصورة





DWSI-NoO
BACKSTRIP

TABLE T-276
IQI SELECTION

Nominal Single-Wall Material Thickness Range, in.	Penetrameter					
	Source Side			Film Side		
	Hole Type Designation	Essential Hole	Wire Diameter, in.	Hole Type Designation	Essential Hole	Wire Diameter, in.
Up to 0.25, incl.	12	2 *T*	0.008	10	2 *T*	0.006
Over 0.25 through 0.375	15	2 *T*	0.010	12	2 *T*	0.008
Over 0.375 through 0.50	17	2 *T*	0.013	15	2 *T*	0.010
Over 0.50 through 0.75	20	2 *T*	0.016	17	2 *T*	0.013
Over 0.75 through 1.00	25	2 *T*	0.020	20	2 *T*	0.016
Over 1.00 through 1.50	30	2 *T*	0.025	25	2 *T*	0.020
Over 1.50 through 2.00	35	2 *T*	0.032	30	2 *T*	0.025
Over 2.00 through 2.50	40	2 *T*	0.040	35	2 *T*	0.032
Over 2.50 through 4.00	50	2 *T*	0.050	40	2 *T*	0.040
Over 4.00 through 6.00	60	2 *T*	0.063	50	2 *T*	0.050
Over 6.00 through 8.00	80	2 *T*	0.100	60	2 *T*	0.063
Over 8.00 through 10.00	100	2 *T*	0.126	80	2 *T*	0.100
Over 10.00 through 12.00	120	2 *T*	0.160	100	2 *T*	0.126
Over 12.00 through 16.00	160	2 *T*	0.250	120	2 *T*	0.160
Over 16.00 through 20.00	200	2 *T*	0.320	160	2 *T*	0.250

TABLE B-220
DIAMETER OF WIRE IQI CORRESPONDING TO HOLE TYPE (1*T*, 2*T*, 4*T*)

Hole IQI No.	Diameter of Wire With EPS of Hole, in.		
	1*T*	2*T*	4*T*
5	…	…	0.006
6	…	0.004	…
8	0.0032	0.005	0.008
10	0.004	0.006	0.010
12	0.005	0.008	0.013
15	0.006	0.010	0.016
17	0.008	0.013	0.020
20	0.010	0.016	0.025
25	0.013	0.020	0.032
30	0.016	0.025	0.040
35	0.020	0.032	0.050
40	0.025	0.040	0.063
50	0.032	0.050	0.080
60	0.040	0.063	0.100
70	0.050	0.080	0.126
80	0.063	0.100	0.160
100	0.080	0.126	0.200
120	0.100	0.160	0.250
140	0.126	0.200	0.320
160	0.160	0.250	…
200	0.200	0.320	…
240	0.250	…	…
280	0.320	…	…

ASSIGNMENT

YOU ARE REQUESTED TO RADIOGRAPH A SINGLE-V BUTT WELD PLATE WITH A THICKNESS OF 12MM AND REINFORCEMENT OF 1 MM.

QUESTION:

1. IF THE REQUIRED SENSITIVITY IS 2% WHAT IS THE MOST SUITABLE IQI TO BE CHOSEN ACCORDANCE TO DIN AND ASME

2. IF DURING THE INSPECTION WIRE DIAMETER OF 0.0063" ASTM IQI IS VISIBLE WHAT IS THE % OF SENSITIVITY

3. IF DURING THE INSPECTION NO.14 DIN WIRE IS VISIBLE WHAT IS THE % OF SENSITIVITY

وشكراً