أجهزة الأشعة التقليدية · عملي

المحاضرة 2

أنبوب الأشعة السينية (التجربة 3)

X-ray Tube — Third Experiment in Practice

إعداد: **محمد الموسوي**

@almusawy_radiology

الفهرس

1. مكوّنات أنبوب الأشعة والكاثود	X-ray Tube Components & Cathode
2. الفتيلة وكأس التركيز	Filament & Focusing Cup
3. الأنود والهدف	Anode & Target
4. فوائد التنغستن كمادة للهدف	The Benefits Of Using Tungsten As A Target Material
5. مبدأ البؤرة الخطية	Line Focus Principle
6. تأثير الكعب	Anode Heel Effect
7. الغلاف الزجاجي والغطاء الواقي	Glass Envelope & Protective Housing
8. أسباب تعطّل الأنبوب وأعطاله الشائعة	Tube Failure: Common Causes & Faults
9. العناية بأنبوب الأشعة	Care of the X-ray Tube
10. الخلاصة	Summary
11. الأسئلة	MCQs
12. اختبر نفسك	Quiz

1 مكوّنات أنبوب الأشعة والكاثود X-ray Tube Components &

Cathode

X – Ray tube consists of four major components:

يتكوّن أنبوب الأشعة السينية من أربعة مكوّنات رئيسية:

1- Cathode

الكاثود

2- Anode

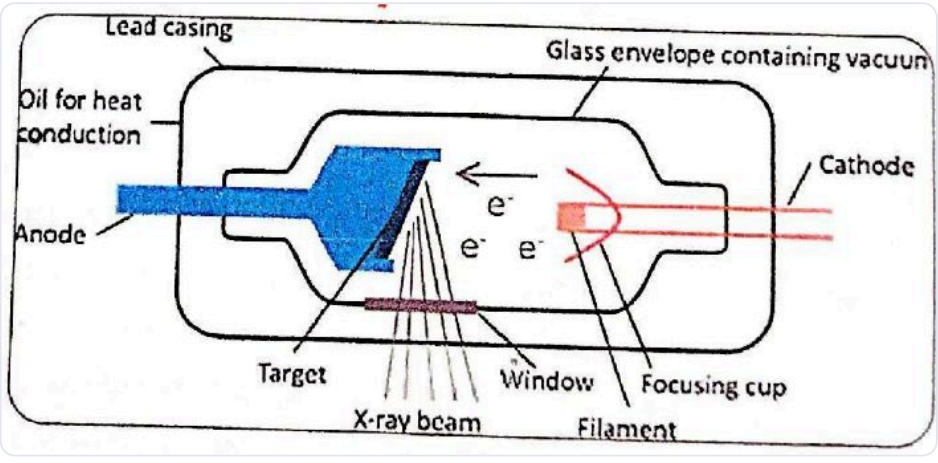
الأنود

3- Glass Envelope

الغلاف الزجاجي

4- Protective housing

الغطاء الواقي



X-ray tube: lead casing, oil for heat conduction, glass envelope containing vacuum, cathode (filament and focusing cup), anode, target, window and X-ray beam.

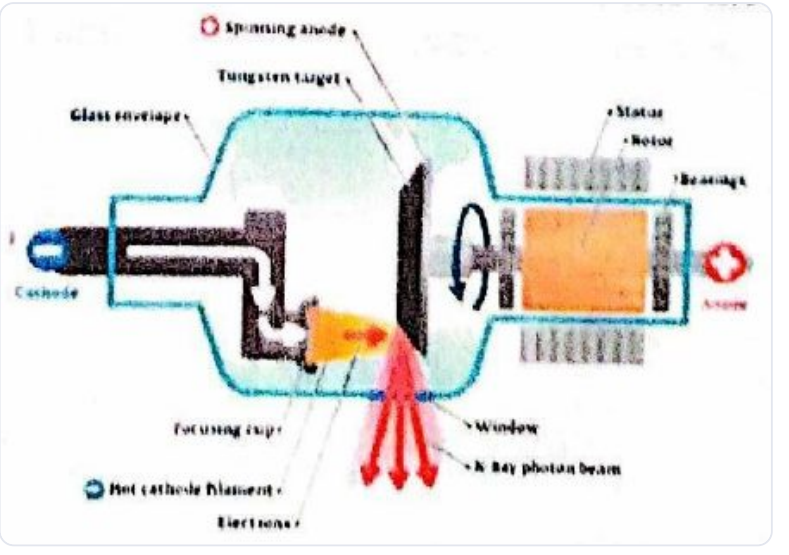
أنبوب الأشعة: الغلاف الرصاصي، الزيت لتوصيل الحرارة، الغلاف الزجاجي المفرَّغ، الكاثود (الفتيلة وكأس التركيز)، الأنود، الهدف، النافذة وحزمة الأشعة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 1

الكاثود cathode

> The cathode is the negative side of the x-ray tube because it is a source of electrons and has two primary parts: filament & focusing cup .

الكاثود هو الجانب السالب من أنبوب الأشعة لأنه مصدر الإلكترونات، وله جزءان رئيسيان: الفتيلة وكأس التركيز.



Rotating-anode tube diagram: cathode, hot cathode filament, focusing cup, electrons, tungsten target, spinning anode, glass envelope, stator, rotor, bearings, window and X-ray photon beam.

مخطط أنبوب بأنود دوّار: الكاثود، فتيلة الكاثود الساخنة، كأس التركيز، الإلكترونات، هدف التنغستن، الأنود الدوّار، الغلاف الزجاجي، الجزء الثابت والدوّار، المحامل، النافذة وحزمة الفوتونات.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 1

⭐ أهم نقطة

المكوّنات الأربعة: الكاثود، الأنود، الغلاف الزجاجي، الغطاء الواقي؛ والكاثود (السالب) = الفتيلة + كأس التركيز.

2 الفتيلة وكأس التركيز Filament & Focusing Cup

1- The filament is a small coil of wire (2 mm in diameter and 1-2 cm long) located in the cathode of the X-ray tube.

الفتيلة ملف سلكي صغير (قطره 2 مم وطوله 2–1 سم) موجود في كاثود أنبوب الأشعة.

2- When a high electric current (about 4 A or more) passes through it, the filament becomes very hot and releases electrons through a process called thermionic emission.

عند مرور تيار كهربائي عالٍ (نحو 4 أمبير أو أكثر) فيها تسخن الفتيلة كثيراً وتطلق الإلكترونات بعملية تُسمّى الانبعاث الحراري للإلكترونات.

3- Filaments are made of thoriated tungsten because:

تُصنع الفتائل من التنغستن المُضاف إليه الثوريوم للأسباب الآتية:

1- Tungsten has an extremely high melting point (3410°C)

للتنغستن درجة انصهار عالية جداً (3410 درجة مئوية).

2- It does not vaporize easily, preventing tube damage

لا يتبخّر بسهولة، فيمنع تلف الأنبوب.

3- Adding 1-2% thorium improves electron emission and increases tube life

إضافة 2–1% ثوريوم تحسّن انبعاث الإلكترونات وتطيل عمر الأنبوب.

> Most X-ray tubes contain dual filaments (Only one filament operates at a time and small focal spot is superimposed over the large):

أغلب أنابيب الأشعة فيها فتيلتان (تعمل واحدة فقط في كل مرة، والبؤرة الصغيرة تنطبق فوق الكبيرة):

1- Small filament → produces a small focal spot used for imaging small body parts

الفتيلة الصغيرة ← تنتج بؤرة صغيرة لتصوير أجزاء الجسم الصغيرة.

2- Large filament → produces a large focal spot for larger body parts and higher mA

الفتيلة الكبيرة ← تنتج بؤرة كبيرة لأجزاء الجسم الأكبر وmA أعلى.

> The mA setting determines how many electrons are released:

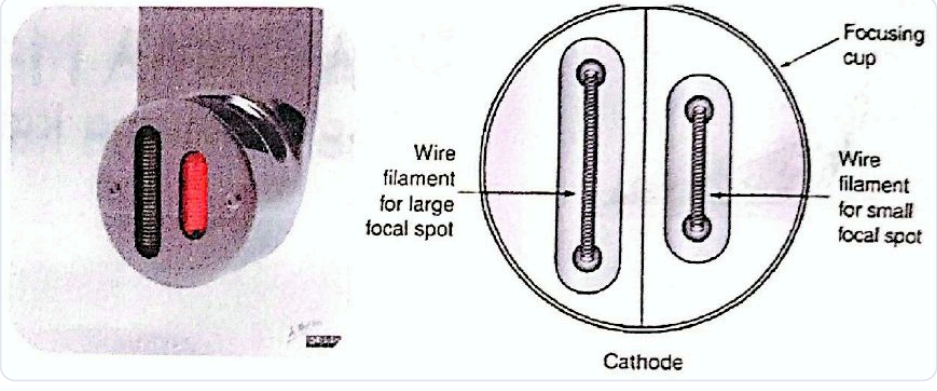
إعداد الملي أمبير (mA) يحدّد عدد الإلكترونات المنطلقة:

1- Low mA → fewer electrons → fewer X-rays

mA منخفض ← إلكترونات أقل ← أشعة سينية أقل.

2- High mA → more electrons → more X-rays

mA عالٍ ← إلكترونات أكثر ← أشعة سينية أكثر.



Cathode with dual filaments inside the focusing cup: wire filament for large focal spot and wire filament for small focal spot.

الكاثود بفتيلتين داخل كأس التركيز: فتيلة للبؤرة الكبيرة وفتيلة للبؤرة الصغيرة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

كأس التركيز والشحنة الفراغية Focusing Cup & Space Charge

1- The focusing cup is a metal structure surrounding the filament in the X-ray tube.

كأس التركيز تركيب معدني يحيط بالفتيلة في أنبوب الأشعة.

2- When the machine is powered, the filament heats up and releases electrons through thermionic emission.

عند تشغيل الجهاز تسخن الفتيلة وتطلق الإلكترونات بالانبعاث الحراري.

3- These electrons form a cloud around the filament called the space charge.

هذه الإلكترونات تكوّن سحابة حول الفتيلة تُسمّى الشحنة الفراغية.

4- When exposure begins, the electrons accelerate rapidly toward the anode.

عند بدء التعرّض تتسارع الإلكترونات بسرعة نحو الأنود.

5- Why do we need the Focusing Cup? Because electrons are negatively charged, they naturally spread out due to electrostatic repulsion. and The focusing cup is also negatively charged, which forces the electrons into a narrow, concentrated stream.

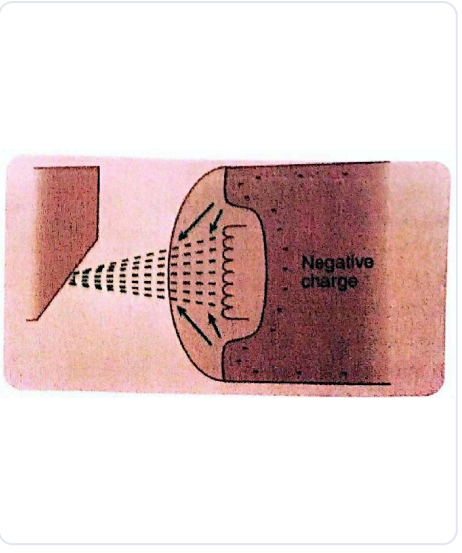
لماذا نحتاج كأس التركيز؟ لأن الإلكترونات سالبة الشحنة فهي تتباعد طبيعياً بسبب التنافر الكهروستاتيكي، وكأس التركيز سالب الشحنة أيضاً فيجبر الإلكترونات على أن تكون تياراً ضيّقاً مركّزاً.

6- This ensures the electrons hit a specific area on the anode known as the focal spot

هذا يضمن أن تضرب الإلكترونات منطقة محدّدة على الأنود تُسمّى البؤرة.

7- The filament operates on a low-voltage, high-current circuit (about 4-6 A).

الفتيلة تعمل على دائرة منخفضة الجهد عالية التيار (نحو 4–6 أمبير).



Filament current, tube current, focusing cup and space charge (right); the negatively charged focusing cup concentrating the electron stream (left).

تيار الفتيلة وتيار الأنبوب وكأس التركيز والشحنة الفراغية (يمين)؛ وكأس التركيز سالب الشحنة يركّز تيار الإلكترونات (يسار).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

⭐ أهم نقطة

الفتيلة من التنغستن المُضاف إليه الثوريوم (انصهار 3410°م) وتطلق الإلكترونات بالانبعاث الحراري؛ وكأس التركيز السالب يحصرها بتيار ضيّق نحو البؤرة.

3 الأنود والهدف Anode & Target 🔊

1- The anode is the positive side of the X-ray tube.

الأنود هو الجانب الموجب من أنبوب الأشعة.

2- Its function is to receive electrons from the cathode and convert their kinetic energy into X-rays and heat.

وظيفته استقبال الإلكترونات من الكاثود وتحويل طاقتها الحركية إلى أشعة سينية وحرارة.

أنواع الأنود Types of Anodes :

1- Stationary Anode : 1- Used in dental units, portable machines, and low-power X-ray systems . 2-Does not rotate. 3-Limited heat capacity. 4-Target is a tungsten alloy embedded in a copper anode

الأنود الثابت: 1- يُستعمل في أجهزة الأسنان والأجهزة المحمولة والأنظمة منخفضة القدرة. 2- لا يدور. 3- سعته الحرارية محدودة. 4- الهدف سبيكة تنغستن مغروسة في أنود نحاسي.

2- Rotating Anode : 1- Used in general-purpose X-ray tubes. 2- Allows production of high-intensity X-ray beams.

الأنود الدوّار: 1- يُستعمل في أنابيب الأشعة متعددة الأغراض. 2- يسمح بإنتاج حزم أشعة عالية الشدة.

3- The anode disc rotates at : (3,200 rpm under standard techniques) or (>5,000 rpm at high exposure settings)

قرص الأنود يدور بسرعة: (3,200 دورة/دقيقة بالتقنيات القياسية) أو (أكثر من 5,000 دورة/دقيقة بإعدادات التعرّض العالية).

4- Rotation spreads heat over a large area, preventing damage and enabling more X-ray output.

الدوران يوزّع الحرارة على مساحة كبيرة، فيمنع التلف ويسمح بناتج أشعة أكثر.

الهدف Target

1- The target is the area of the anode struck by electrons.

الهدف هو منطقة الأنود التي تضربها الإلكترونات.

2- In stationary anodes → the target is a tungsten alloy insert.

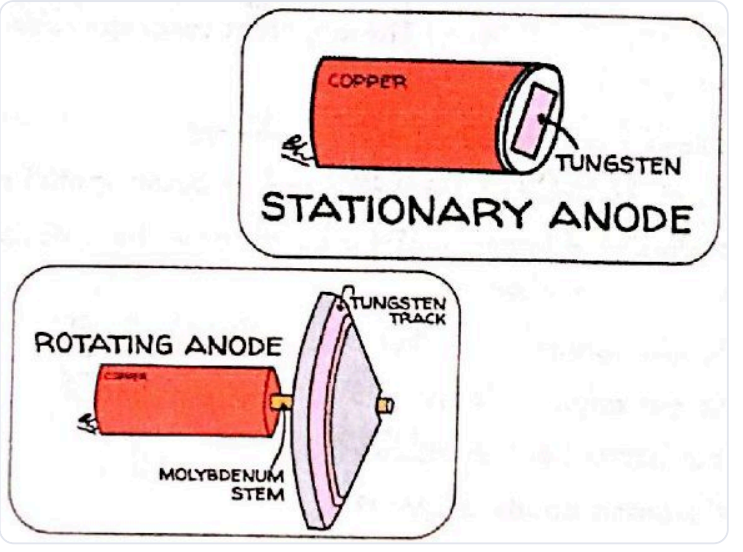
في الأنود الثابت ← الهدف قطعة سبيكة تنغستن مُدخَلة.

3- In rotating anodes → the entire rotating disc acts as the target.

في الأنود الدوّار ← القرص الدوّار كله يعمل هدفاً.

4- Tungsten is alloyed with rhenium to provide : additional mechanical strength especially under high rotational stress.

يُخلط التنغستن مع الرينيوم ليعطي قوة ميكانيكية إضافية، خصوصاً تحت إجهاد الدوران العالي.



Stationary anode (tungsten insert in a copper anode) and rotating anode (tungsten track, molybdenum stem).

الأنود الثابت (قطعة تنغستن في أنود نحاسي) والأنود الدوّار (مسار التنغستن وساق الموليبدنوم).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

> ⭐ **أهم نقطة**
>
> الأنود (الموجب) يحوّل طاقة الإلكترونات إلى أشعة وحرارة؛ الثابت للأسنان والمحمول، والدوّار (3,200 أو >5,000 دورة/دقيقة) للأغراض العامة.

---

4 فوائد التنغستن كمادة للهدف The Benefits Of Using Tungsten

1- High Atomic Number (74) : Produces X-rays more efficiently. and Generates higher-energy X-rays

عدد ذري عالٍ (74): ينتج الأشعة السينية بكفاءة أعلى، ويولّد أشعة أعلى طاقة.

2- High Thermal Conductivity: Nearly equal to copper. and Helps dissipate heat quickly and prevents damage to the anode.

توصيل حراري عالٍ: يقارب النحاس، ويساعد على تبديد الحرارة بسرعة ويمنع تلف الأنود.

3- Very High Melting Point (3410°C) : Allows tungsten to withstand extremely high tube currents and Prevents melting, pitting, or bubbling of the target surface

درجة انصهار عالية جداً (3410°م): تسمح للتنغستن بتحمّل تيارات أنبوب عالية جداً، وتمنع انصهار سطح الهدف أو تنقّره أو تفقّعه.

4- Resists Vaporization : Minimizes metal evaporation even at high temperatures.and Prevents contamination and extends tube life

يقاوم التبخّر: يقلّل تبخّر المعدن حتى في درجات الحرارة العالية، ويمنع التلوّث ويطيل عمر الأنبوب.

5- Cost-Effective and Widely Available : Tungsten is accessible and economical for manufacturing X-ray targets

اقتصادي ومتوفّر: التنغستن متاح واقتصادي لصناعة أهداف الأشعة السينية.

ملاحظة إضافية Additional Note

1- Over 99% of the electron energy becomes heat, not X-rays.

أكثر من 99% من طاقة الإلكترونات يصبح حرارة، لا أشعة سينية.

2- Therefore, the anode must be an excellent heat conductor.

لذلك يجب أن يكون الأنود موصلاً ممتازاً للحرارة.

لماذا تكون المسافة قصيرة بين الكاثود والأنود؟ Why a short distance between cathode and anode?

1- To keep the electron beam tightly focused.

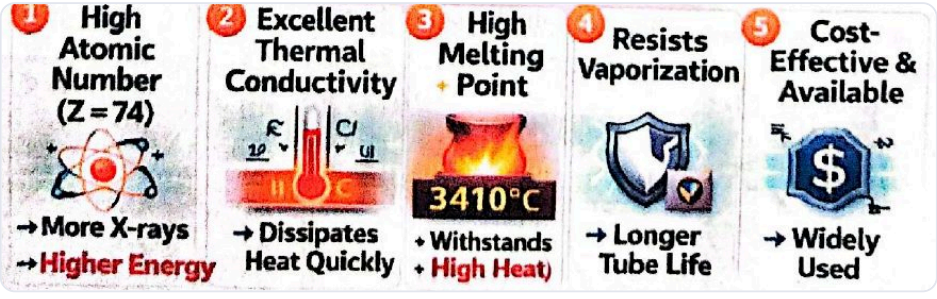
لإبقاء حزمة الإلكترونات مركّزة بإحكام.

2- Prevents electrons from spreading due to electrostatic repulsion.

تمنع تباعد الإلكترونات بسبب التنافر الكهروستاتيكي.

3- Ensures efficient and concentrated X-ray production

تضمن إنتاجاً كفوءاً ومركّزاً للأشعة السينية.



Tungsten benefits: high atomic number (Z = 74) → more X-rays, higher energy; excellent thermal conductivity → dissipates heat quickly; high melting point 3410°C → withstands high heat; resists vaporization → longer tube life; cost-effective & available → widely used.

فوائد التنغستن: عدد ذري عالٍ (74) ← أشعة أكثر وطاقة أعلى؛ توصيل حراري ممتاز ← يبدّد الحرارة بسرعة؛ انصهار عند 3410°م ← يتحمّل الحرارة العالية؛ يقاوم التبخّر ← عمر أطول للأنبوب؛ اقتصادي ومتوفّر ← واسع الاستعمال.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

⭐ أهم نقطة

التنغستن: عدد ذري 74، انصهار 3410°م، توصيل حراري عالٍ، يقاوم التبخّر، واقتصادي؛ ولأن >99% من الطاقة حرارة يجب أن يكون الأنود موصلاً ممتازاً للحرارة.

5 مبدأ البؤرة الخطية Line Focus Principle

> The line focus principle states that angling the anode target makes the effective focal spot (EFS) appear smaller than the actual focal spot (AFS), improving image sharpness while maintaining heat capacity.

مبدأ البؤرة الخطية ينص على أن إمالة هدف الأنود تجعل البؤرة الفعّالة (EFS) تبدو أصغر من البؤرة الفعلية (AFS)، فتتحسّن حدّة الصورة مع الحفاظ على السعة الحرارية.

أنواع البؤرة Focal Spot Types

1- Actual Focal Spot : The true area on the anode struck by electrons

البؤرة الفعلية: المساحة الحقيقية على الأنود التي تضربها الإلكترونات.

2- Effective Focal Spot : The apparent focal spot size as seen from the image receptor, determined by the anode angle

البؤرة الفعّالة: حجم البؤرة الظاهري كما يُرى من مستقبِل الصورة، وتحدّده زاوية الأنود.

لماذا يكون الأنود مائلاً؟ Why the Anode is Angled?

1- Allows x-rays to be emitted downward

يسمح بانبعاث الأشعة نحو الأسفل.

2- Reduces effective focal spot size → better spatial resolution.

يصغّر البؤرة الفعّالة ← دقة مكانية أفضل.

3- Maintains a larger actual area → better heat dissipation.

يحافظ على مساحة فعلية أكبر ← تبديد أفضل للحرارة.

تأثير زاوية الأنود Effect of Anode Angle ?

1- Smaller angle → smaller EFS → sharper image

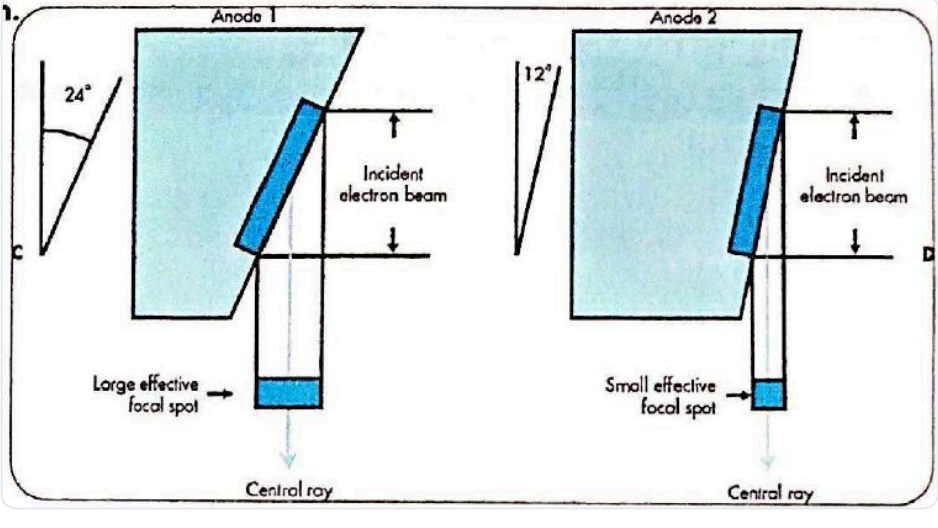
زاوية أصغر ← بؤرة فعّالة أصغر ← صورة أوضح.

2- Larger angle → larger EFS → less sharp image but better heat distribution

زاوية أكبر ← بؤرة فعّالة أكبر ← صورة أقل وضوحاً لكن توزيع حرارة أفضل.

3- Common anode angle: 12°.

زاوية الأنود الشائعة: 12 درجة.



Anode 1 (24°) gives a large effective focal spot; anode 2 (12°) gives a small effective focal spot (incident electron beam, central ray).

الأنود 1 (24 درجة) يعطي بؤرة فعّالة كبيرة، والأنود 2 (12 درجة) يعطي بؤرة فعّالة صغيرة (حزمة الإلكترونات الساقطة والشعاع المركزي).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 4

⭐ أهم نقطة

إمالة الأنود تجعل البؤرة الفعّالة أصغر من الفعلية: زاوية أصغر = صورة أوضح، والزاوية الشائعة 12°.

6 تأثير الكعب Anode Heel Effect

> is a variation in x-ray beam intensity caused by absorption of x-rays within the anode target material.

تأثير كعب الأنود هو تفاوت في شدة حزمة الأشعة سببه امتصاص الأشعة داخل مادة هدف الأنود.

1- Cathode side = higher intensity (stronger beam).

جهة الكاثود = شدة أعلى (حزمة أقوى).

2- Anode side = lower intensity (weaker beam).

جهة الأنود = شدة أقل (حزمة أضعف).

تأثير زاوية الأنود Effect of Anode Angle

1- Smaller anode angle → smaller effective focal spot → larger heel effect.

زاوية أنود أصغر ← بؤرة فعّالة أصغر ← تأثير كعب أكبر.

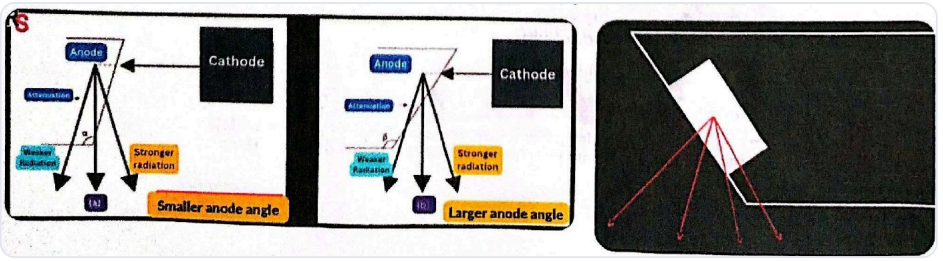
2- Larger anode angle → larger effective focal spot → reduced heel effect.

زاوية أنود أكبر ← بؤرة فعّالة أكبر ← تأثير كعب أقل.

الاستعمال السريري Clinical Use

> Position the cathode side over the denser anatomy, where greater beam penetration is needed.

ضع جهة الكاثود فوق الجزء الأكثف من الجسم، حيث نحتاج اختراقاً أكبر للحزمة.



Heel effect: (a) smaller anode angle and (b) larger anode angle — attenuation in the anode, weaker radiation on the anode side and stronger radiation on the cathode side.

تأثير الكعب: (أ) زاوية أنود أصغر و(ب) زاوية أنود أكبر — توهين داخل الأنود، إشعاع أضعف جهة الأنود وأقوى جهة الكاثود.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 4

⭐ أهم نقطة

تأثير الكعب: الحزمة أقوى جهة الكاثود وأضعف جهة الأنود؛ لذلك نضع الكاثود فوق الجزء الأكثف.

---

7 الغلاف الزجاجي والغطاء الواقي Glass Envelope & Protective Housing

> The tube envelope houses and supports the internal components of the x-ray tube, including the anode and cathode. It is typically made of Pyrex glass or metal and maintains a vacuum

غلاف الأنبوب يضمّ المكوّنات الداخلية لأنبوب الأشعة ويسندها، ومنها الأنود والكاثود. ويُصنع عادةً من زجاج البايركس أو المعدن، ويحافظ على الفراغ.

أهمية الفراغ Importance of the Vacuum

1- Ensures free movement of electrons from cathode to anode and Increases x-ray production efficiency

يضمن حركة حرة للإلكترونات من الكاثود إلى الأنود، ويزيد كفاءة إنتاج الأشعة.

2- Reduces heat and Extends tube life

يقلّل الحرارة ويطيل عمر الأنبوب.

> If the tube contained gas, electron flow would decrease and heat would increase.

لو احتوى الأنبوب على غاز لقلّ تدفّق الإلكترونات وزادت الحرارة.

الغلاف الزجاجي مقابل المعدني : Glass vs. Metal Envelope

1- Glass Envelope : Traditionally used and Over time → tungsten vapor can coat the glass → Alters electric potential → causes arcing and Leads to tube failure

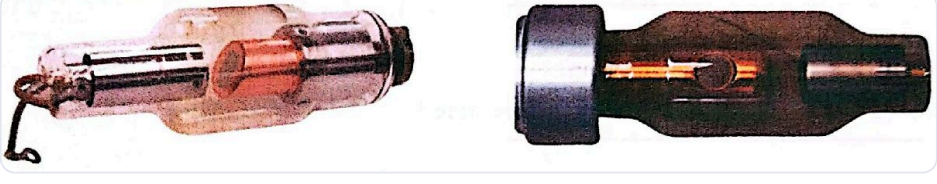
الغلاف الزجاجي: يُستعمل تقليدياً، ومع الوقت ← بخار التنغستن قد يغطّي الزجاج ← يغيّر الجهد الكهربائي ← يسبّب التقوّس الكهربائي ويؤدي إلى تعطّل الأنبوب.

2- Metal Envelope : Maintains stable electric potential → Prevents arcing → Longer tube life

الغلاف المعدني: يحافظ على جهد كهربائي ثابت ← يمنع التقوّس ← عمر أطول للأنبوب.

> Tube Window : A thin section (~5 cm^2) of the envelope through which the useful x-ray beam exits.It allows maximum x-ray emission with minimal absorption.

نافذة الأنبوب: جزء رقيق (~5 $سم^2$) من الغلاف تخرج منه حزمة الأشعة المفيدة. تسمح بأقصى انبعاث للأشعة مع أقل امتصاص.



X-ray tubes with glass envelopes.

أنابيب أشعة بأغلفة زجاجية.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 5

الغطاء الواقي Protective Housing

> The x-ray tube is enclosed in a lead-lined protective housing designed to control major hazards and ensure safe operation.

أنبوب الأشعة محاط بغطاء واقٍ مبطّن بالرصاص، مصمّم للسيطرة على المخاطر الرئيسية وضمان التشغيل الآمن.

وظائف الغطاء الواقي Functions of the Protective Housing :

1- Radiation Protection : - Prevents leakage radiation - Ensures x-rays exit only through the designated window - Protects patients and operators from unnecessary exposure

الوقاية من الإشعاع: يمنع الإشعاع المتسرّب، ويضمن خروج الأشعة من النافذة المخصّصة فقط، ويحمي المرضى والعاملين من التعرّض غير الضروري.

2- Electrical Safety : - Shields users from high voltages generated by the tube - Prevents electric shock

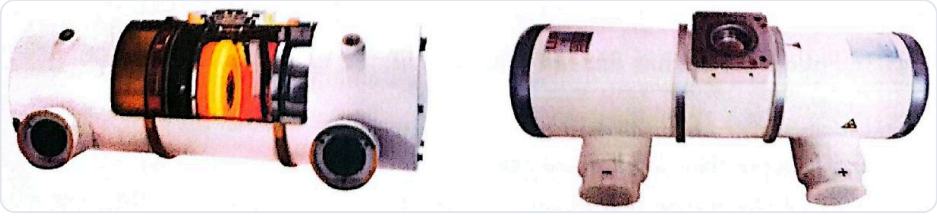
السلامة الكهربائية: يحمي المستخدمين من الجهد العالي الذي يولّده الأنبوب، ويمنع الصدمة الكهربائية.

3- Mechanical Support : - Protects the tube from physical damage - Stabilizes the tube during operation

الإسناد الميكانيكي: يحمي الأنبوب من التلف المادي، ويثبّته أثناء التشغيل.

4- Heat Management : - Housing often contains insulating oil that absorbs heat and acts as an electrical insulator and Some housings include a cooling fan to cool the oil and the tube

إدارة الحرارة: يحتوي الغطاء غالباً زيتاً عازلاً يمتص الحرارة ويعمل عازلاً كهربائياً، وبعض الأغطية فيها مروحة تبريد لتبريد الزيت والأنبوب.



X-ray tube protective housings (cut-away view and external view).

أغطية واقية لأنبوب الأشعة (منظر مقطوع ومنظر خارجي).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 5

⭐ **أهم نقطة**

الغلاف يحافظ على الفراغ (المعدني يمنع التقوّس)، والغطاء الواقي المبطّن بالرصاص يحمي من الإشعاع والكهرباء ويدير الحرارة.

8 أسباب تعطّل الأنبوب وأعطاله الشائعة Tube Failure:

🔊 Common Causes & Faults

الأسباب الشائعة لتعطّل الأنبوب COMMON CAUSES OF TUBE FAILURE

1- Extremely high voltage

جهد عالٍ جداً

2- Excessive heat generation

توليد حرارة مفرطة

3- Poor cooling system

نظام تبريد ضعيف

4- Rough-handling/ Careless

التعامل الخشن / الإهمال

5- Aging

التقادم

الأعطال الشائعة وأسبابها وعلاجها — 1- تشقّق غطاء الأنبوب COMMON

FAULTS, THEIR CAUSES & REMEDY — 1- Cracking of x-ray tube housing

1- Causes : Expansion of air & oil present inside it and increased in its internal pressure.

الأسباب: تمدّد الهواء والزيت داخله وزيادة ضغطه الداخلي.

2- Results : 1- Escape of oil from the housing. 2- Insulation level & cooling rate are reduced.

النتائج: 1- تسرّب الزيت من الغطاء. 2- انخفاض مستوى العزل ومعدّل التبريد.

3- Remedy : Excluding air and Use of metal bellows to allow oil expansion as well as to operate as “microswitch

العلاج: إخراج الهواء، واستعمال منفاخ معدني يسمح بتمدّد الزيت ويعمل أيضاً كمفتاح دقيق (microswitch).





Housing cracking: heating inside → oil and air expand, pressure increases → too much pressure → cracked housing with oil leak, insulation loss and overheating (right); metal bellows (left).

تشقّق الغطاء: تسخين داخلي ← تمدّد الزيت والهواء وزيادة الضغط ← ضغط زائد ← غطاء متشقّق مع تسرّب الزيت وفقدان العزل والسخونة (يمين)؛ المنفاخ المعدني (يسار).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 6

2- تسرّب الإشعاع 2- Radiation Leakage

1- Causes : Cracking or damage to the X-ray tube housing · Improper or inadequate shielding.

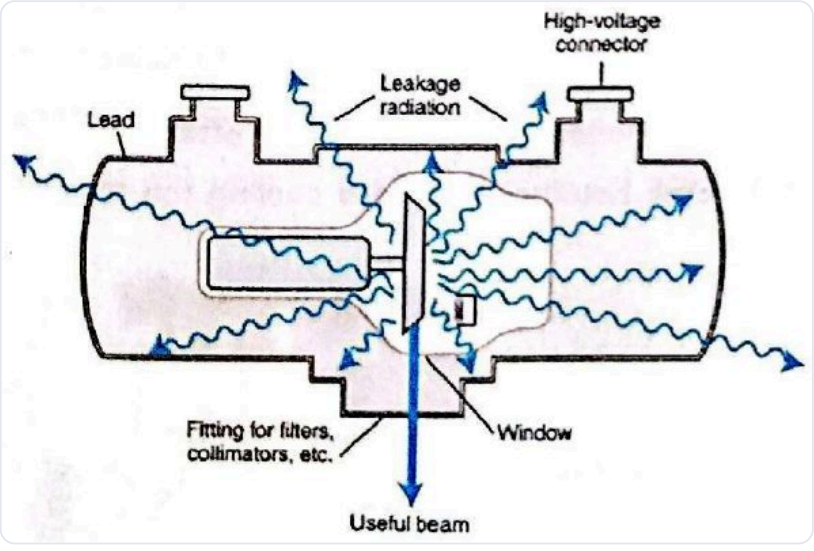
الأسباب: تشقّق غطاء الأنبوب أو تلفه، أو تدريع غير صحيح أو غير كافٍ.

2- Results: Increases the radiation dose for both the patient and the personnel. · Leakage radiation should not exceed 100 mR/hr.

النتائج: يزيد جرعة الإشعاع للمريض والعاملين. ويجب ألا يتجاوز الإشعاع المتسرّب 100 ملّي رونتجن/ساعة.

3- Remedy : Repair or apply proper shielding immediately. · Replace the entire X-ray tube unit as soon as possible.

العلاج: الإصلاح أو وضع تدريع مناسب فوراً، واستبدال وحدة الأنبوب كاملة بأسرع وقت.



Leakage radiation escaping from the housing (lead, high-voltage connector, window, fitting for filters/collimators) vs the useful beam.

إشعاع متسرّب يخرج من الغطاء (الرصاص، موصل الجهد العالي، النافذة، موضع تركيب المرشّحات والمسدّدات) مقابل الحزمة المفيدة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 6

3- فشل الغلاف الزجاجي/المعدني (فقدان الفراغ) 3- Glass/Metal Envelope Failure (Loss of Vacuum)

1- Causes : Crazing of the glass enclosure due to difference in coefficients of expansion of glass and metal.

الأسباب: تشقّق سطحي دقيق (تشعّر) في الغلاف الزجاجي بسبب اختلاف معاملات تمدّد الزجاج والمعدن.

2- Results : Production of secondary electrons · the variation in the number, reduced speed of electrons impinging on the target, energy of x-ray produced · Production couldn't be controlled independently.

النتائج: إنتاج إلكترونات ثانوية، وتفاوت في عدد الإلكترونات الضاربة للهدف ونقص سرعتها وطاقة الأشعة المنتجة، ولا يمكن التحكّم بالإنتاج بشكل مستقل.

3- Remedy : Use of special alloys having the same coefficients of linear expansion as Pyrex glass is used.

العلاج: استعمال سبائك خاصة لها معاملات التمدّد الطولي نفسها لزجاج البايركس.



Glass crazing of an x-ray tube envelope.

تشقّر الغلاف الزجاجي لأنبوب الأشعة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 7

4- أعطال الفتيلة (تبخّر الفتيلة) 4- FAULTS IN FILAMENT (Vaporization of filament).

1- Causes : Excessive heating of filament for the longer period of time.

الأسباب: تسخين مفرط للفتيلة لمدة طويلة.

2- Results : The vaporization of filament or breakage of filament lead to no exposure takes place.

النتائج: تبخّر الفتيلة أو انكسارها يؤدي إلى عدم حدوث تعرّض.

3- Remedy : Use of 1-2 % Thorium with tungsten filament.

العلاج: استعمال 2–1% ثوريوم مع فتيلة التنغستن.



A filament inside the tube.

فتيلة داخل الأنبوب.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 7

5- أعطال الأنود: أ. التواء مادة الهدف 5 - FAULTS IN ANODE : A. Kinking of the target material

1- Causes : Difference in thermal expansion of metal on the surface & metal immediately beneath the surface.

الأسباب: اختلاف التمدّد الحراري بين المعدن على السطح والمعدن تحته مباشرةً.

2- Results: Results in distortion of the anode angle, narrowing of the beam, greater geometric unsharpness.

النتائج: تشوّه زاوية الأنود، وتضيّق الحزمة، وزيادة عدم الحدّة الهندسي.

3- Remedy : 10% Rhenium is added to 90% of tungsten target. · Manufacture anode disc with slits in the target surface to allow the material in the focal track to expand without producing the mechanical tension

العلاج: إضافة 10% رينيوم إلى 90% تنغستن في الهدف، وصناعة قرص الأنود بشقوق في سطح الهدف تسمح لمادة المسار البؤري بالتمدّد دون إجهاد ميكانيكي.



A rotating anode disc.

قرص أنود دوّار.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 7

5- أعطال الأنود: تخشّن سطح الأنود وتنقّره 5 - FAULTS IN ANODE :

Roughening and pitting of anode surface

1- Causes : Excessive thermal stress.

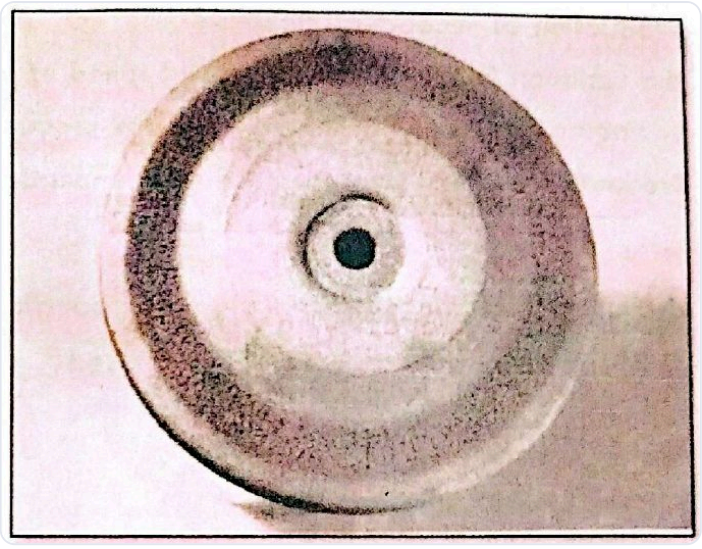
الأسباب: إجهاد حراري مفرط.

2- Results : Scattering of the x-rays · Absorption of x-rays by the target itself. · Results in diminish x-ray output.

النتائج: تشتّت الأشعة، وامتصاص الهدف نفسه للأشعة، فيقلّ ناتج الأشعة.

3- Remedy : Use of lowest necessary power · Largest possible focal spot · Longer exposures at reduced power.

العلاج: استعمال أقل قدرة لازمة، وأكبر بؤرة ممكنة، وتعرّضات أطول بقدرة أقل.



Roughened and pitted anode surface.

سطح أنود متخشّن ومتنقّر.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 8

⭐ **أهم نقطة**

أسباب التعطّل: جهد عالٍ، حرارة مفرطة، تبريد ضعيف، إهمال، تقادم؛ التسرّب ≥ 100 mR/hr، والثوريوم للفتيلة والرينيوم للهدف.

9 العناية بأنبوب الأشعة Care of the X-ray Tube

1- Warm up the anode if the system was off for ≥ 2 hours to prevent thermal shock.

سخّن الأنود إذا كان الجهاز مطفأً ساعتين أو أكثر، لمنع الصدمة الحرارية.

2- Minimize filament boost time because long boost reduces filament life.

قلّل زمن تعزيز (تسخين) الفتيلة، لأن التعزيز الطويل يقصّر عمر الفتيلة.

3- USE LOWER TUBE CURRENT (mA)

استعمل تيار أنبوب (mA) أقل.

1- High tube current will cause evaporation of the tungsten.

تيار الأنبوب العالي يسبّب تبخّر التنغستن.

2- Whenever possible, use a lower mA station and a longer exposure time to arrive at the desired mAs.

كلما أمكن، استعمل mA أقل وزمن تعرّض أطول للوصول إلى قيمة mAs المطلوبة.



Care of the x-ray tube: warm up the anode, minimize filament boost time, use lower tube current (lower current and longer exposure preserve the tube).

العناية بالأنبوب: تسخين الأنود، تقليل زمن تعزيز الفتيلة، استعمال تيار أقل (التيار الأقل مع التعرّض الأطول يحافظان على الأنبوب).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 8

⭐ أهم نقطة

سخّن الأنود بعد إطفاء ≤ ساعتين، قلّل زمن تعزيز الفتيلة، واستعمل mA أقل مع زمن أطول.

الخلاصة

1. The x-ray tube has four major components: cathode, anode, glass envelope and protective housing.
لأنبوب الأشعة أربعة مكوّنات رئيسية: الكاثود، الأنود، الغلاف الزجاجي، الغطاء الواقي.

2. Filaments are thoriated tungsten (3410°C melting point); 1–2% thorium improves emission and tube life.
الفتائل من التنغستن المُضاف إليه الثوريوم (انصهار 3410°م)؛ و1–2% ثوريوم تحسّن الانبعاث وتطيل العمر.

3. The anode converts electron kinetic energy into X-rays and heat; over 99% becomes heat.
الأنود يحوّل طاقة الإلكترونات الحركية إلى أشعة وحرارة؛ وأكثر من 99% يصبح حرارة.

4. Tungsten is used as target: Z = 74, high melting point, high thermal conductivity, resists vaporization.
التنغستن مادة الهدف: عدد ذري 74، انصهار عالٍ، توصيل حراري عالٍ، يقاوم التبخّر.

5. Line focus principle: angling the anode makes the EFS smaller than the AFS; common anode angle 12°.
مبدأ البؤرة الخطية: إمالة الأنود تجعل البؤرة الفعّالة أصغر من الفعلية؛ والزاوية الشائعة 12°.

6. Heel effect: cathode side has higher intensity; place the cathode over denser anatomy.
تأثير الكعب: جهة الكاثود أشد؛ ضع الكاثود فوق الجزء الأكثف.

7. The lead-lined protective housing limits leakage radiation (≤ 100 mR/hr) and provides electrical, mechanical and heat protection.
الغطاء الواقي المبطّن بالرصاص يحدّ الإشعاع المتسرّب (≤ 100 mR/hr) ويوفّر حماية كهربائية وميكانيكية وحرارية.

8. Tube care: warm up the anode, minimize filament boost, use lower mA with longer exposure time.
العناية بالأنبوب: تسخين الأنود، تقليل تعزيز الفتيلة، و mA أقل مع زمن أطول.

أهم المصطلحات

Thoriated tungsten filament	فتيلة التنغستن المُضاف إليه الثوريوم	**Dual filaments**	الفتيلتان المزدوجتان
Space charge	الشحنة الفراغية	**Electrostatic repulsion**	التنافر الكهروستاتيكي
Stationary / Rotating anode	الأنود الثابت / الدوّار	**Rhenium**	الرينيوم
Line focus principle	مبدأ البؤرة الخطية	**Effective / Actual focal spot (EFS / AFS)**	البؤرة الفعّالة / الفعلية
Anode heel effect	تأثير الكعب	**Tube window**	نافذة الأنبوب
Arcing	التقوّس الكهربائي	**Protective housing**	الغطاء الواقي

الأسئلة

1 **The x-ray tube consists of four major components. Which of the following is one of them?**

يتكوّن أنبوب الأشعة من أربعة مكوّنات رئيسية. أيّ مما يلي واحد منها؟

A	Control console	لوحة التحكم
B	Protective housing	الغطاء الواقي
C	Image receptor	مستقبِل الصورة
D	Collimator	المسدِّد

✅ **B** **Protective housing** الغطاء الواقي

💡 المحاضرة: المكوّنات الأربعة: الكاثود، الأنود، الغلاف الزجاجي، الغطاء الواقي.

2 **The two primary parts of the cathode are:**

الجزءان الرئيسيان للكاثود هما:

A	Target and rotor	الهدف والجزء الدوّار
B	Window and housing	النافذة والغطاء
C	Filament and focusing cup	الفتيلة وكأس التركيز
D	Stator and bearings	الجزء الثابت والمحامل

✅ **C** **Filament and focusing cup** الفتيلة وكأس التركيز

💡 المحاضرة: للكاثود جزءان رئيسيان: الفتيلة وكأس التركيز.

3 **Filaments are made of:**

تُصنع الفتائل من:

A	Thoriated tungsten	التنغستن المُضاف إليه الثوريوم
B	Copper	النحاس
C	Molybdenum	الموليبدنوم
D	Pyrex glass	زجاج البايركس

✅ **A** **Thoriated tungsten** التنغستن المُضاف إليه الثوريوم

💡 المحاضرة: تُصنع الفتائل من التنغستن المُضاف إليه الثوريوم.

4 **Adding 1-2% thorium to the tungsten filament:**
إضافة 2–1% ثوريوم إلى فتيلة التنغستن:

A Lowers the melting point — تخفض درجة الانصهار
B Stops thermionic emission — توقف الانبعاث الحراري
C Increases the anode angle — تزيد زاوية الأنود
D Improves electron emission and increases tube life — تحسّن انبعاث الإلكترونات وتطيل عمر الأنبوب

✅ **D** **Improves electron emission and increases tube life** — **تحسّن انبعاث الإلكترونات وتطيل عمر الأنبوب**

💡 المحاضرة: إضافة 2–1% ثوريوم تحسّن انبعاث الإلكترونات وتطيل عمر الأنبوب.

5 **The melting point of tungsten given in the lecture is:**
درجة انصهار التنغستن المذكورة في المحاضرة:

A 2200°C — 2200 درجة مئوية
B 1083°C — 1083 درجة مئوية
C 5000°C — 5000 درجة مئوية
D 3410°C — 3410 درجة مئوية

✅ **D** **3410°C** — **3410 درجة مئوية**

💡 المحاضرة: للتنغستن درجة انصهار عالية جداً (3410 درجة مئوية).

6 **The large filament produces a large focal spot used for:**
الفتيلة الكبيرة تنتج بؤرة كبيرة تُستعمل لـ:

A Small body parts only — أجزاء الجسم الصغيرة فقط
B Dental imaging only — تصوير الأسنان فقط
C Larger body parts and higher mA — أجزاء الجسم الأكبر و {{mA}} أعلى
D Reducing the heel effect — تقليل تأثير الكعب

✅ **C** **Larger body parts and higher mA** — **أجزاء الجسم الأكبر و {{mA}} أعلى**

💡 المحاضرة: الفتيلة الكبيرة تنتج بؤرة كبيرة لأجزاء الجسم الأكبر وملي أمبير أعلى.

7 **Increasing the mA setting results in:**

رفع إعداد mA يؤدي إلى:

A	Fewer electrons → fewer X-rays	إلكترونات أقل ← أشعة أقل
B	Smaller focal spot	بؤرة أصغر
C	More electrons → more X-rays	إلكترونات أكثر ← أشعة أكثر
D	Lower tube temperature	حرارة أنبوب أقل

✅ **C** **More electrons → more X-rays** — **إلكترونات أكثر ← أشعة أكثر**

💡 المحاضرة: ملي أمبير عالٍ ← إلكترونات أكثر ← أشعة سينية أكثر.

8 **The cloud of electrons formed around the filament is called:**

سحابة الإلكترونات التي تتكوّن حول الفتيلة تُسمّى:

A	Focal spot	البؤرة
B	Space charge	الشحنة الفراغية
C	Heel effect	تأثير الكعب
D	Leakage radiation	الإشعاع المتسرّب

✅ **B** **Space charge** — **الشحنة الفراغية**

💡 المحاضرة: الإلكترونات تكوّن سحابة حول الفتيلة تُسمّى الشحنة الفراغية.

9 **Why do we need the focusing cup?**

لماذا نحتاج كأس التركيز؟

A	Its negative charge forces the electrons into a narrow, concentrated stream	شحنته السالبة تجبر الإلكترونات على تيار ضيّق مركّز
B	It heats the filament	يسخّن الفتيلة
C	It absorbs leakage radiation	يمتص الإشعاع المتسرّب
D	It rotates the anode	يدوّر الأنود

✅ **A** **Its negative charge forces the electrons into a narrow, concentrated stream** — **شحنته السالبة تجبر الإلكترونات على تيار ضيّق مركّز**

💡 المحاضرة: الإلكترونات تتباعد بالتنافر الكهروستاتيكي، وكأس التركيز سالب الشحنة يجبرها على تيار ضيّق مركّز.

10 **The filament operates on a circuit that is:**

الفتيلة تعمل على دائرة:

A	High-voltage, low-current	عالية الجهد منخفضة التيار
B	High-voltage, high-current	عالية الجهد عالية التيار
C	Without any current	بلا تيار
D	Low-voltage, high-current (about 4-6 A)	منخفضة الجهد عالية التيار (نحو 4–6 أمبير)

✅ **D** **Low-voltage, high-current (about 4-6 A)** — **منخفضة الجهد عالية التيار (نحو 4–6 أمبير)**

💡 المحاضرة: الفتيلة تعمل على دائرة منخفضة الجهد عالية التيار (نحو 4–6 أمبير).

11 **The function of the anode is to:**

وظيفة الأنود:

A	Emit electrons by thermionic emission	بعث الإلكترونات بالانبعاث الحراري
B	Focus the electrons into a narrow stream	تركيز الإلكترونات في تيار ضيّق
C	Receive electrons and convert their kinetic energy into X-rays and heat	استقبال الإلكترونات وتحويل طاقتها الحركية إلى أشعة وحرارة
D	Protect the operator from leakage	حماية العامل من التسرّب

✅ **C** **Receive electrons and convert their kinetic energy into X-rays and heat** — **استقبال الإلكترونات وتحويل طاقتها الحركية إلى أشعة وحرارة**

💡 المحاضرة: الأنود يستقبل الإلكترونات ويحوّل طاقتها الحركية إلى أشعة سينية وحرارة.

12 The stationary anode is used in:

يُستعمل الأنود الثابت في:

A	Dental units, portable machines and low-power systems	أجهزة الأسنان والأجهزة المحمولة والأنظمة منخفضة القدرة
B	General-purpose X-ray tubes	أنابيب الأشعة متعددة الأغراض
C	High-intensity CT scanners	أجهزة المفراس عالية الشدة
D	Fluoroscopy only	التنظير فقط

✅ **A** **Dental units, portable machines and low-power systems** — **أجهزة الأسنان والأجهزة المحمولة والأنظمة منخفضة القدرة**

💡 المحاضرة: الأنود الثابت يُستعمل في أجهزة الأسنان والأجهزة المحمولة والأنظمة منخفضة القدرة.

13 Under standard techniques, the anode disc rotates at:

بالتقنيات القياسية يدور قرص الأنود بسرعة:

A	3,200 rpm	3,200 دورة/دقيقة
B	320 rpm	320 دورة/دقيقة
C	10,000 rpm	10,000 دورة/دقيقة
D	60 rpm	60 دورة/دقيقة

✅ **A** **3,200 rpm** — **3,200 دورة/دقيقة**

💡 المحاضرة: قرص الأنود يدور 3,200 دورة/دقيقة بالتقنيات القياسية، وأكثر من 5,000 بالإعدادات العالية.

14 In rotating anodes, the target is:

في الأنود الدوّار يكون الهدف:

A	A small tungsten insert in copper	قطعة تنغستن صغيرة في النحاس
B	The focusing cup	كأس التركيز
C	The entire rotating disc	القرص الدوّار كله
D	The glass envelope	الغلاف الزجاجي

✅ **C** **The entire rotating disc** — **القرص الدوّار كله**

💡 المحاضرة: في الأنود الدوّار يعمل القرص الدوّار كله هدفاً.

15 **Tungsten is alloyed with rhenium to provide:**

يُخلط التنغستن مع الرينيوم ليعطي:

A	A lower atomic number	عدداً ذرياً أقل
B	Additional mechanical strength under high rotational stress	قوة ميكانيكية إضافية تحت إجهاد الدوران العالي
C	Better electron emission from the filament	انبعاثاً أفضل للإلكترونات من الفتيلة
D	Electrical insulation	عزلاً كهربائياً

✅ **B** **Additional mechanical strength under high rotational stress** — **قوة ميكانيكية إضافية تحت إجهاد الدوران العالي**

💡 المحاضرة: يُخلط التنغستن مع الرينيوم ليعطي قوة ميكانيكية إضافية تحت إجهاد الدوران العالي.

16 **The atomic number of tungsten is:**

العدد الذري للتنغستن:

A	29	29
B	42	42
C	74	74
D	82	82

✅ **C** **74** — **74**

💡 المحاضرة: العدد الذري للتنغستن 74، لذلك ينتج الأشعة بكفاءة أعلى.

17 **Because over 99% of the electron energy becomes heat, the anode must be:**

لأن أكثر من 99% من طاقة الإلكترونات يصبح حرارة، يجب أن يكون الأنود:

A	An electrical insulator	عازلاً كهربائياً
B	Made of glass	مصنوعاً من الزجاج
C	An excellent heat conductor	موصلاً ممتازاً للحرارة
D	Far from the cathode	بعيداً عن الكاثود

✅ **C** **An excellent heat conductor** — **موصلاً ممتازاً للحرارة**

💡 المحاضرة: أكثر من 99% من الطاقة يصبح حرارة، لذلك يجب أن يكون الأنود موصلاً ممتازاً للحرارة.

18 **A short distance between cathode and anode:**

المسافة القصيرة بين الكاثود والأنود:

A	Increases electrostatic repulsion	تزيد التنافر الكهروستاتيكي
B	Reduces X-ray production	تقلّل إنتاج الأشعة
C	Increases the heel effect	تزيد تأثير الكعب
D	Keeps the electron beam tightly focused	تُبقي حزمة الإلكترونات مركّزة بإحكام

✅ **D** **Keeps the electron beam tightly focused** — **تُبقي حزمة الإلكترونات مركّزة بإحكام**

💡 المحاضرة: المسافة القصيرة تُبقي حزمة الإلكترونات مركّزة وتمنع تباعدها.

19 **According to the line focus principle, angling the anode target makes:**

حسب مبدأ البؤرة الخطية، إمالة هدف الأنود تجعل:

A	The actual focal spot smaller than the effective focal spot	البؤرة الفعلية أصغر من الفعّالة
B	The heat capacity lower	السعة الحرارية أقل
C	The image less sharp	الصورة أقل حدّة
D	The effective focal spot appear smaller than the actual focal spot	البؤرة الفعّالة تبدو أصغر من البؤرة الفعلية

✅ **D** **The effective focal spot appear smaller than the actual focal spot** — **البؤرة الفعّالة تبدو أصغر من البؤرة الفعلية**

💡 المحاضرة: إمالة هدف الأنود تجعل البؤرة الفعّالة تبدو أصغر من البؤرة الفعلية.

20 **The effective focal spot is:**

البؤرة الفعّالة هي:

A	The apparent focal spot size as seen from the image receptor	حجم البؤرة الظاهري كما يُرى من مستقبِل الصورة
B	The true area on the anode struck by electrons	المساحة الحقيقية على الأنود التي تضربها الإلكترونات
C	The size of the filament	حجم الفتيلة
D	The size of the tube window	حجم نافذة الأنبوب

✅ **A** **The apparent focal spot size as seen from the image receptor** — **حجم البؤرة الظاهري كما يُرى من مستقبِل الصورة**

💡 المحاضرة: البؤرة الفعّالة هي حجم البؤرة الظاهري كما يُرى من مستقبِل الصورة، وتحدّده زاوية الأنود.

21 **The common anode angle is:**

زاوية الأنود الشائعة:

A	24°	24 درجة
B	12°	12 درجة
C	45°	45 درجة
D	90°	90 درجة

✅ **B** **12°** — **12 درجة**

💡 المحاضرة: زاوية الأنود الشائعة 12 درجة.

22 **A smaller anode angle gives:**

زاوية الأنود الأصغر تعطي:

A	A smaller EFS and a sharper image	بؤرة فعّالة أصغر وصورة أوضح
B	A larger EFS and a less sharp image	بؤرة فعّالة أكبر وصورة أقل وضوحاً
C	Better heat distribution only	توزيع حرارة أفضل فقط
D	No change in image sharpness	لا تغيّر في حدّة الصورة

✅ **A** **A smaller EFS and a sharper image** — **بؤرة فعّالة أصغر وصورة أوضح**

💡 المحاضرة: زاوية أصغر ← بؤرة فعّالة أصغر ← صورة أوضح.

23 **In the anode heel effect, the higher intensity is on the:**

في تأثير الكعب تكون الشدة الأعلى في جهة:

A	Anode side	الأنود
B	Window side only	النافذة فقط
C	Center and anode equally	المركز والأنود بالتساوي
D	Cathode side	الكاثود

✅ **D** **Cathode side** **الكاثود**

💡 المحاضرة: جهة الكاثود شدتها أعلى (حزمة أقوى)، وجهة الأنود أقل.

24 **Clinically, the cathode side should be positioned over:**

سريرياً، توضع جهة الكاثود فوق:

A	The thinnest anatomy	الجزء الأرق من الجسم
B	The image receptor edge	حافة مستقبِل الصورة
C	The denser anatomy	الجزء الأكثف من الجسم
D	The operator	العامل

✅ **C** **The denser anatomy** **الجزء الأكثف من الجسم**

💡 المحاضرة: توضع جهة الكاثود فوق الجزء الأكثف حيث نحتاج اختراقاً أكبر.

25 **A larger anode angle leads to:**

زاوية الأنود الأكبر تؤدي إلى:

A	Reduced heel effect	تأثير كعب أقل
B	Larger heel effect	تأثير كعب أكبر
C	Smaller effective focal spot	بؤرة فعّالة أصغر
D	No heel effect at all	انعدام تأثير الكعب تماماً

✅ **A** **Reduced heel effect** **تأثير كعب أقل**

💡 المحاضرة: زاوية أنود أكبر ← بؤرة فعّالة أكبر ← تأثير كعب أقل.

26 **The vacuum inside the tube envelope:**

الفراغ داخل غلاف الأنبوب:

A	Increases heat production	يزيد إنتاج الحرارة
B	Ensures free movement of electrons from cathode to anode	يضمن حركة حرة للإلكترونات من الكاثود إلى الأنود
C	Decreases electron flow	يقلّل تدفّق الإلكترونات
D	Shortens tube life	يقصّر عمر الأنبوب

✅ **B** **Ensures free movement of electrons from cathode to anode** — **يضمن حركة حرة للإلكترونات من الكاثود إلى الأنود**

💡 المحاضرة: الفراغ يضمن حركة حرة للإلكترونات من الكاثود إلى الأنود، ويقلّل الحرارة ويطيل العمر.

27 **Compared with the glass envelope, the metal envelope:**

مقارنةً بالغلاف الزجاجي، الغلاف المعدني:

A	Gets coated with tungsten vapor and causes arcing	يتغطّى ببخار التنغستن ويسبّب التقوّس
B	Shortens tube life	يقصّر عمر الأنبوب
C	Maintains stable electric potential and prevents arcing	يحافظ على جهد ثابت ويمنع التقوّس
D	Cannot maintain a vacuum	لا يحافظ على الفراغ

✅ **C** **Maintains stable electric potential and prevents arcing** — **يحافظ على جهد ثابت ويمنع التقوّس**

💡 المحاضرة: الغلاف المعدني يحافظ على جهد ثابت فيمنع التقوّس ويطيل عمر الأنبوب.

28 The tube window is a thin section of the envelope of about:

نافذة الأنبوب جزء رقيق من الغلاف مساحته نحو:

A	50 cm^2	50 $سم^2$
B	5 cm^2	5 $سم^2$
C	0.5 mm^2	0.5 $مم^2$
D	500 cm^2	500 $سم^2$

✅ **B** 5 cm^2 — 5 $سم^2$

💡 المحاضرة: نافذة الأنبوب جزء رقيق مساحته نحو 5 $سم^2$ تخرج منه الحزمة المفيدة.

29 The protective housing is lined with:

الغطاء الواقي مبطّن بـ:

A	Copper	النحاس
B	Lead	الرصاص
C	Glass	الزجاج
D	Thorium	الثوريوم

✅ **B** Lead — الرصاص

💡 المحاضرة: الأنبوب محاط بغطاء واقٍ مبطّن بالرصاص.

30 The insulating oil in the protective housing:

الزيت العازل في الغطاء الواقي:

A	Absorbs heat and acts as an electrical insulator	يمتص الحرارة ويعمل عازلاً كهربائياً
B	Produces X-rays	ينتج الأشعة السينية
C	Focuses the electron beam	يركّز حزمة الإلكترونات
D	Rotates the anode	يدوّر الأنود

✅ **A** **Absorbs heat and acts as an electrical insulator** — يمتص الحرارة ويعمل عازلاً كهربائياً

💡 المحاضرة: الزيت العازل يمتص الحرارة ويعمل عازلاً كهربائياً.

31 **Leakage radiation should not exceed:**

يجب ألا يتجاوز الإشعاع المتسرّب:

A	10 R/hr	10 رونتجن/ساعة
B	100 mR/hr	100 ملّي رونتجن/ساعة
C	1000 mR/hr	1000 ملّي رونتجن/ساعة
D	500 mR/hr	500 ملّي رونتجن/ساعة

✅ **B** **100 mR/hr** **100 ملّي رونتجن/ساعة**

💡 المحاضرة: يجب ألا يتجاوز الإشعاع المتسرّب 100 ملّي رونتجن في الساعة.

32 **Cracking of the x-ray tube housing is caused by:**

سبب تشقّق غطاء الأنبوب:

A	Low tube voltage	جهد أنبوب منخفض
B	Using a small focal spot	استعمال بؤرة صغيرة
C	Warming up the anode	تسخين الأنود
D	Expansion of air and oil inside it and increased internal pressure	تمدّد الهواء والزيت داخله وزيادة الضغط الداخلي

✅ **D** **Expansion of air and oil inside it and increased internal pressure** **تمدّد الهواء والزيت داخله وزيادة الضغط الداخلي**

💡 المحاضرة: سبب تشقّق الغطاء تمدّد الهواء والزيت داخله وزيادة الضغط الداخلي.

33 **The remedy for housing cracking includes:**

علاج تشقّق الغطاء يشمل:

A	Adding more air to the housing	إضافة هواء أكثر للغطاء
B	Removing the oil completely	إزالة الزيت تماماً
C	Increasing the tube current	زيادة تيار الأنبوب
D	Excluding air and using metal bellows	إخراج الهواء واستعمال منفاخ معدني

✅ **D** **Excluding air and using metal bellows** **إخراج الهواء واستعمال منفاخ معدني**

💡 المحاضرة: العلاج إخراج الهواء واستعمال منفاخ معدني يسمح بتمدّد الزيت.

34 **Vaporization of the filament is caused by:**

سبب تبخّر الفتيلة:

A	Low filament current	تيار فتيلة منخفض
B	Metal bellows	المنفاخ المعدني
C	Excessive heating of the filament for a long period	تسخين مفرط للفتيلة لمدة طويلة
D	A large anode angle	زاوية أنود كبيرة

✅ **C** **Excessive heating of the filament for a long period** — تسخين مفرط للفتيلة لمدة طويلة

💡 المحاضرة: سبب تبخّر الفتيلة تسخينها المفرط لمدة طويلة.

35 **The remedy for kinking of the target material is:**

علاج التواء مادة الهدف:

A	Adding 10% rhenium to 90% tungsten and slits in the target surface	إضافة 10% رينيوم إلى 90% تنغستن وشقوق في سطح الهدف
B	Adding 1-2% thorium to the filament	إضافة 1–2% ثوريوم إلى الفتيلة
C	Using a glass envelope	استعمال غلاف زجاجي
D	Using the highest power	استعمال أعلى قدرة

✅ **A** **Adding 10% rhenium to 90% tungsten and slits in the target surface** — إضافة 10% رينيوم إلى 90% تنغستن وشقوق في سطح الهدف

💡 المحاضرة: العلاج إضافة 10% رينيوم إلى 90% تنغستن، وشقوق في سطح الهدف.

36 **Roughening and pitting of the anode surface results in:**

تخشّن سطح الأنود وتنقّره يؤدي إلى:

A	Higher x-ray output	ناتج أشعة أعلى
B	Sharper images	صور أوضح
C	Lower heat production	حرارة أقل
D	Diminished x-ray output	نقص ناتج الأشعة

✅ **D** **Diminished x-ray output** — نقص ناتج الأشعة

💡 المحاضرة: تخشّن الأنود يسبّب تشتّت الأشعة وامتصاص الهدف لها، فيقلّ ناتج الأشعة.

37 **Glass/metal envelope failure (loss of vacuum) is caused by:**
سبب فشل الغلاف الزجاجي/المعدني (فقدان الفراغ):

A	Using thoriated tungsten	استعمال التنغستن المُضاف إليه الثوريوم
B	Crazing of the glass due to different expansion coefficients of glass and metal	تشقّر الزجاج بسبب اختلاف معاملات تمدّد الزجاج والمعدن
C	Low exposure time	زمن تعرّض قصير
D	Proper shielding	التدريع المناسب

✅ **B** **Crazing of the glass due to different expansion coefficients of glass and metal** — **تشقّر الزجاج بسبب اختلاف معاملات تمدّد الزجاج والمعدن**

💡 المحاضرة: سبب فشل الغلاف تشقّر الزجاج لاختلاف معاملات تمدّد الزجاج والمعدن.

38 **The anode should be warmed up if the system was off for:**
يجب تسخين الأنود إذا كان الجهاز مطفأً لمدة:

A	≥ 10 minutes	10 دقائق أو أكثر
B	≥ 2 hours	ساعتين أو أكثر
C	≥ 2 days only	يومين أو أكثر فقط
D	Any time, even 1 minute	أي مدة حتى دقيقة واحدة

✅ **B** **≥ 2 hours** — **ساعتين أو أكثر**

💡 المحاضرة: سخّن الأنود إذا كان الجهاز مطفأً ساعتين أو أكثر لمنع الصدمة الحرارية.

39

To preserve the tube, the lecture recommends:

للمحافظة على الأنبوب توصي المحاضرة بـ:

A	Lower mA and longer exposure time to reach the desired mAs	{{mA}} أقل وزمن تعرّض أطول للوصول إلى {{mAs}} المطلوب
B	Higher mA and shorter exposure time	{{mA}} أعلى وزمن أقصر
C	Long filament boost time	زمن تعزيز طويل للفتيلة
D	Skipping anode warm-up	إهمال تسخين الأنود

✅ **A** **Lower mA and longer exposure time to reach the desired mAs** — **{{mA}} أقل وزمن تعرّض أطول للوصول إلى {{mAs}} المطلوب**

💡 المحاضرة: التيار العالي يبخّر التنغستن، فنستعمل ملي أمبير أقل وزمن تعرّض أطول للوصول إلى القيمة المطلوبة.

✅ اختبر نفسك الآن

اختبار تفاعلي لهذه المحاضرة: الأسئلة نفسها بترتيب جديد كل مرة.

صوّر الرمز بكاميرا الموبايل إذا كان الملف مطبوعاً.

للمزيد: قناة @almusawy_radiology