الفيزياء الإشعاعية · عملي

المحاضرة 3

محدِّدات أنبوب الأشعة السينية

Experiment (3): Limitation of the x-ray tube (Line focus, Rotation anode tube and Heat rating)

إعداد: **محمد الموسوي**

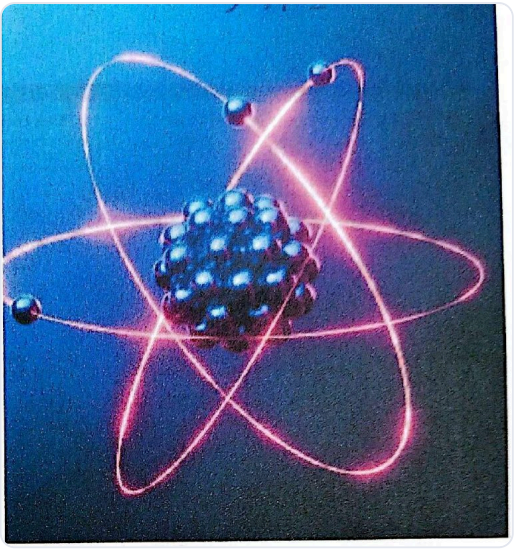
@almusawy_radiology

الفهرس

1. محدِّدات أنبوب الأشعة: البؤرة	Limitation of the X-ray Tube — A. Focus
2. البؤرة: الموازنة بين جودة الصورة وإدارة الحرارة	Focal Spot — Balancing Image Quality and Heat Management
3. أنبوب الأنود الدوّار	B. Rotation Anode Tube
4. الفوائد الرئيسية لأنبوب الأنود الدوّار	Key Benefits of a Rotating Anode Tube
5. التصنيف الحراري	C. Heat Rating
6. الخلاصة	Summary
7. الأسئلة	MCQs
8. اختبر نفسك	Quiz

1 محدِّدات أنبوب الأشعة: البؤرة Limitation of the X-ray Tube — A.

🔊 Focus



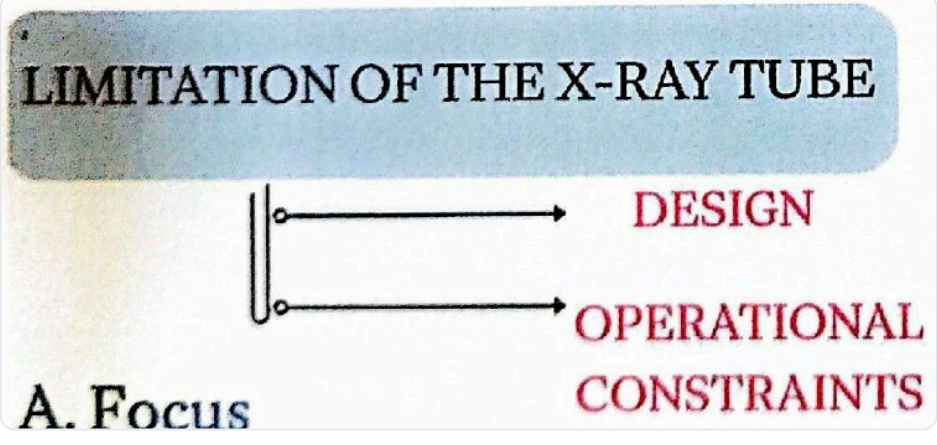
Cover illustration of the lecture: an atom.

رسم غلاف المحاضرة: ذرّة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 1

> LIMITATION OF THE X-RAY TUBE DESIGN OPERATIONAL CONSTRAINTS

محدِّدات أنبوب الأشعة السينية: التصميم، وقيود التشغيل.



Limitation of the x-ray tube: design and operational constraints.

محدِّدات أنبوب الأشعة: التصميم وقيود التشغيل.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 1

أ. البؤرة A. Focus

> Focus in an X-ray tube refers to the area on the anode where the electron beam hits, creating X-rays.

البؤرة في أنبوب الأشعة السينية تعني المنطقة على الأنود التي تضربها حزمة الإلكترونات، فتتولّد الأشعة السينية.

> The size of this focal spot plays a critical role in determining the sharpness and quality of the X-ray image.

حجم هذه البؤرة له دور حاسم في تحديد حدّة صورة الأشعة وجودتها.

1- Line Focus Principle: An angled anode is used to balance heat management and resolution by creating a small effective focal spot while maintaining a larger area for heat dissipation.

مبدأ البؤرة الخطية: يُستعمل أنود مائل للموازنة بين إدارة الحرارة ودقة الصورة، بتكوين بؤرة فعّالة صغيرة مع الإبقاء على مساحة أكبر لتبديد الحرارة.

2- Focal Spot Size: Smaller spots improve image resolution, but generate more heat. Larger spots dissipate heat better but reduce image clarity.

حجم البؤرة: البؤر الأصغر تحسّن دقة الصورة لكنها تولّد حرارة أكثر، والبؤر الأكبر تبدّد الحرارة أفضل لكنها تقلّل وضوح الصورة.

3- Dual Focal Spots: Some X-ray tubes offer two focal spot sizes- (small for detailed imaging) and (large for higher power situations).

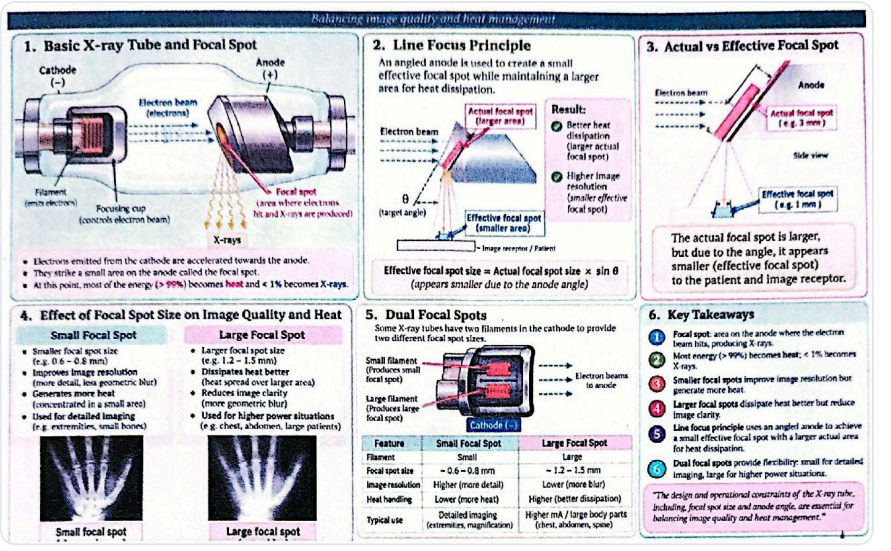
البؤرتان المزدوجتان: بعض الأنابيب توفّر حجمين للبؤرة: (صغيرة للتصوير التفصيلي) و(كبيرة للحالات التي تحتاج قدرة أعلى).

⭐ أهم نقطة

البؤرة = منطقة الأنود التي تضربها الإلكترونات؛ وحجمها يحدّد حدّة الصورة وجودتها.

2 البؤرة: الموازنة بين جودة الصورة وإدارة الحرارة Focal Spot

🔊 — Balancing Image Quality and Heat Management



Balancing image quality and heat management: basic tube and focal spot, line focus principle, actual vs effective focal spot, effect of focal spot size, dual focal spots and key takeaways.

الموازنة بين جودة الصورة وإدارة الحرارة: الأنبوب والبؤرة، مبدأ البؤرة الخطية، البؤرة الفعلية والفعّالة، تأثير حجم البؤرة، البؤرتان المزدوجتان، وأهم النقاط.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

1. الأنبوب الأساسي والبؤرة 1. Basic X-ray Tube and Focal Spot

1- Electrons emitted from the cathode are accelerated towards the anode.

الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تُسرَّع نحو الأنود.

2- They strike a small area on the anode called the focal spot.

تضرب منطقة صغيرة على الأنود تُسمّى البؤرة.

3- At this point, most of the energy (> 99%) becomes heat and < 1% becomes X-rays.

عند هذه النقطة يتحوّل معظم الطاقة (أكثر من 99%) إلى حرارة، وأقل من 1% يصبح أشعة سينية.

2. مبدأ البؤرة الخطية 2. Line Focus Principle

> An angled anode is used to create a small effective focal spot while maintaining a larger area for heat dissipation.

يُستعمل أنود مائل لتكوين بؤرة فعّالة صغيرة مع الإبقاء على مساحة أكبر لتبديد الحرارة. النتيجة: تبديد أفضل للحرارة (بؤرة فعلية أكبر)، ودقة صورة أعلى (بؤرة فعّالة أصغر).

> Effective focal spot size = Actual focal spot size × sin θ (appears smaller due to the anode angle)

حجم البؤرة الفعّالة = حجم البؤرة الفعلية × جيب الزاوية θ (تبدو أصغر بسبب زاوية الأنود).

3. البؤرة الفعلية مقابل الفعّالة 3. Actual vs Effective Focal Spot

> The actual focal spot is larger, but due to the angle, it appears smaller (effective focal spot) to the patient and image receptor.

البؤرة الفعلية أكبر (مثلاً 3 مم)، لكن بسبب الزاوية تبدو أصغر (البؤرة الفعّالة، مثلاً 1 مم) بالنسبة للمريض ومستقبِل الصورة.

4. تأثير حجم البؤرة على جودة الصورة والحرارة 4. Effect of Focal Spot Size on Image Quality and Heat

---

1- Small Focal Spot: Smaller focal spot size (e.g. 0.6 – 0.8 mm) · Improves image resolution (more detail, less geometric blur) · Generates more heat (concentrated in a small area) · Used for detailed imaging (e.g. extremities, small bones)

البؤرة الصغيرة: حجم أصغر (مثلاً 0.6–0.8 مم)، تحسّن دقة الصورة (تفاصيل أكثر وضبابية هندسية أقل)، تولّد حرارة أكثر (مركّزة في مساحة صغيرة)، وتُستعمل للتصوير التفصيلي (مثل الأطراف والعظام الصغيرة).

2- Large Focal Spot: Larger focal spot size (e.g. 1.2 – 1.5 mm) · Dissipates heat better (heat spread over larger area) · Reduces image clarity (more geometric blur) · Used for higher power situations (e.g. chest, abdomen, large patients)

البؤرة الكبيرة: حجم أكبر (مثلاً 1.2–1.5 مم)، تبدّد الحرارة أفضل (موزّعة على مساحة أكبر)، تقلّل وضوح الصورة (ضبابية هندسية أكثر)، وتُستعمل للحالات التي تحتاج قدرة أعلى (مثل الصدر والبطن والمرضى كبار الحجم).

---

5. البؤرتان المزدوجتان 5. Dual Focal Spots

> Some X-ray tubes have two filaments in the cathode to provide two different focal spot sizes.

بعض الأنابيب فيها فتيلتان في الكاثود لتوفير حجمين مختلفين للبؤرة: الفتيلة الصغيرة تنتج بؤرة صغيرة، والكبيرة تنتج بؤرة كبيرة.

1- Small Focal Spot: Filament Small · ~ 0.6 – 0.8 mm · Image resolution Higher (more detail) · Heat handling Lower (more heat) · Detailed imaging (extremities, magnification)

البؤرة الصغيرة: فتيلة صغيرة، ~0.6–0.8 مم، دقة صورة أعلى (تفاصيل أكثر)، تحمّل حرارة أقل (حرارة أكثر)، للتصوير التفصيلي (الأطراف والتكبير).

2- Large Focal Spot: Filament Large · ~ 1.2 – 1.5 mm · Image resolution Lower (more blur) · Heat handling Higher (better dissipation) · Higher mA / large body parts (chest, abdomen, spine)

البؤرة الكبيرة: فتيلة كبيرة، ~1.2–1.5 مم، دقة صورة أقل (ضبابية أكثر)، تحمّل حرارة أعلى (تبديد أفضل)، لـ mA أعلى والأجزاء الكبيرة من الجسم (الصدر والبطن والعمود الفقري).

---

6. أهم النقاط 6. Key Takeaways

1- Focal spot: area on the anode where the electron beam hits, producing X-rays.

البؤرة: منطقة على الأنود تضربها حزمة الإلكترونات فتنتج الأشعة السينية.

2- Most energy (> 99%) becomes heat; < 1% becomes X-rays.

معظم الطاقة (أكثر من 99%) يصبح حرارة؛ وأقل من 1% يصبح أشعة سينية.

3- Smaller focal spots improve image resolution but generate more heat.

البؤر الأصغر تحسّن دقة الصورة لكنها تولّد حرارة أكثر.

4- Larger focal spots dissipate heat better but reduce image clarity.

البؤر الأكبر تبدّد الحرارة أفضل لكنها تقلّل وضوح الصورة.

5- Line focus principle uses an angled anode to achieve a small effective focal spot with a larger actual area for heat dissipation.

مبدأ البؤرة الخطية يستعمل أنوداً مائلاً للحصول على بؤرة فعّالة صغيرة مع مساحة فعلية أكبر لتبديد الحرارة.

6- Dual focal spots provide flexibility: small for detailed imaging, large for higher power situations.

البؤرتان المزدوجتان تعطيان مرونة: الصغيرة للتصوير التفصيلي، والكبيرة للحالات التي تحتاج قدرة أعلى.

> "The design and operational constraints of the X-ray tube, including, focal spot size and anode angle, are essential for balancing image quality and heat management."

«تصميم أنبوب الأشعة وقيود تشغيله، ومنها حجم البؤرة وزاوية الأنود، أساسية للموازنة بين جودة الصورة وإدارة الحرارة.»

⭐ أهم نقطة

أكثر من 99% من طاقة الإلكترونات يصبح حرارة؛ والبؤرة الفعّالة = الفعلية × sin θ (أصغر بسبب زاوية الأنود).

3 أنبوب الأنود الدوّار B. Rotation Anode Tube

1- A rotating anode tube is an essential component in X-ray machines, commonly used in medical imaging and industrial applications.

أنبوب الأنود الدوّار مكوّن أساسي في أجهزة الأشعة السينية، ويُستعمل كثيراً في التصوير الطبي والتطبيقات الصناعية.

2- Its primary function is to produce X-rays by converting the energy from high velocity electrons into X-ray photons when they collide with the anode target.

وظيفته الأساسية إنتاج الأشعة السينية بتحويل طاقة الإلكترونات عالية السرعة إلى فوتونات أشعة سينية عند اصطدامها بهدف الأنود.

3- This design improves the efficiency and durability of X-ray production.

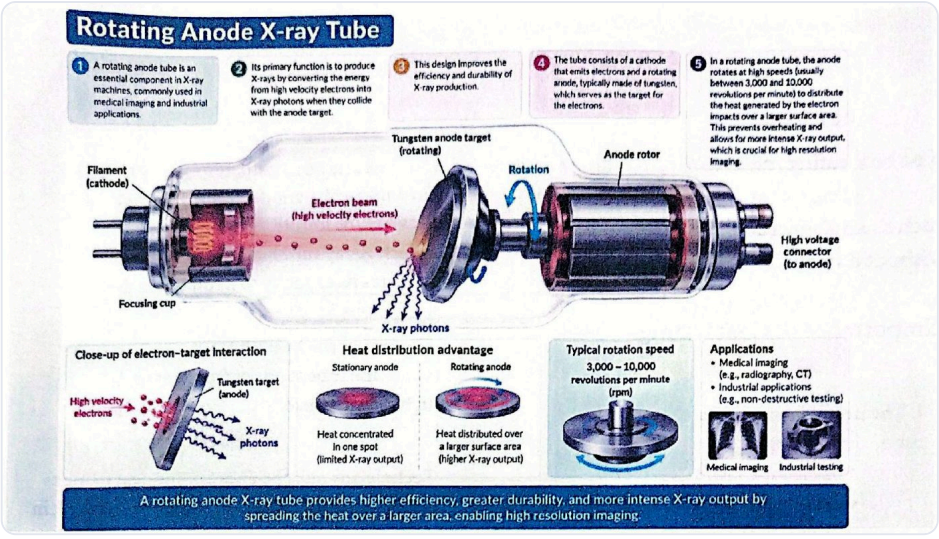
هذا التصميم يحسّن كفاءة إنتاج الأشعة السينية ومتانته.

4- The tube consists of a cathode that emits electrons and a rotating anode, typically made of tungsten, which serves as the target for the electrons.

يتكوّن الأنبوب من كاثود يبعث الإلكترونات وأنود دوّار، مصنوع عادةً من التنغستن، يعمل هدفاً للإلكترونات.

5- In a rotating anode tube, the anode rotates at high speeds (usually between 3,000 and 10,000 revolutions per minute) to distribute the heat generated by the electron impacts over a larger surface area. This prevents overheating and allows for more intense X ray output, which is crucial for high resolution imaging

في أنبوب الأنود الدوّار يدور الأنود بسرعات عالية (عادةً بين 3,000 و10,000 دورة في الدقيقة) لتوزيع الحرارة الناتجة عن اصطدام الإلكترونات على مساحة سطح أكبر. هذا يمنع السخونة المفرطة ويسمح بناتج أشعة أشد، وهو ضروري للتصوير عالي الدقة.



Rotating anode X-ray tube: filament (cathode), focusing cup, electron beam (high velocity electrons), tungsten anode target (rotating), anode rotor, high voltage connector (to anode) and X-ray photons.

أنبوب الأنود الدوّار: الفتيلة (الكاثود)، كأس التركيز، حزمة الإلكترونات عالية السرعة، هدف التنغستن الدوّار، دوّار الأنود، موصل الجهد العالي (إلى الأنود)، وفوتونات الأشعة السينية.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

1- Stationary anode: Heat concentrated in one spot (limited X-ray output)

الأنود الثابت: الحرارة مركّزة في نقطة واحدة (ناتج أشعة محدود).

2- Rotating anode: Heat distributed over a larger surface area (higher X-ray output)

الأنود الدوّار: الحرارة موزّعة على مساحة سطح أكبر (ناتج أشعة أعلى).

3- Typical rotation speed: 3,000 – 10,000 revolutions per minute (rpm)

سرعة الدوران المعتادة: 3,000–10,000 دورة في الدقيقة.

4- Applications: Medical imaging (e.g., radiography, CT) · Industrial applications (e.g., non-destructive testing)

الاستعمالات: التصوير الطبي (مثل التصوير الشعاعي والمفراس) · التطبيقات الصناعية (مثل الفحص غير الإتلافي).

> A rotating anode X-ray tube provides higher efficiency, greater durability, and more intense X-ray output by spreading the heat over a larger area, enabling high resolution imaging.

أنبوب الأنود الدوّار يعطي كفاءة أعلى ومتانة أكبر وناتج أشعة أشد، بتوزيع الحرارة على مساحة أكبر، مما يتيح التصوير عالي الدقة.

⭐ أهم نقطة

الأنود الدوّار (تنغستن، 3,000–10,000 دورة/دقيقة) يوزّع الحرارة على مساحة أكبر، فيمنع السخونة المفرطة ويعطي ناتج أشعة أعلى.

4 الفوائد الرئيسية لأنبوب الأنود الدوّار Key Benefits of a Rotating Anode Tube

1- Heat management: Spreading the heat over a rotating surface prevents damage and prolongs the life of the tube.

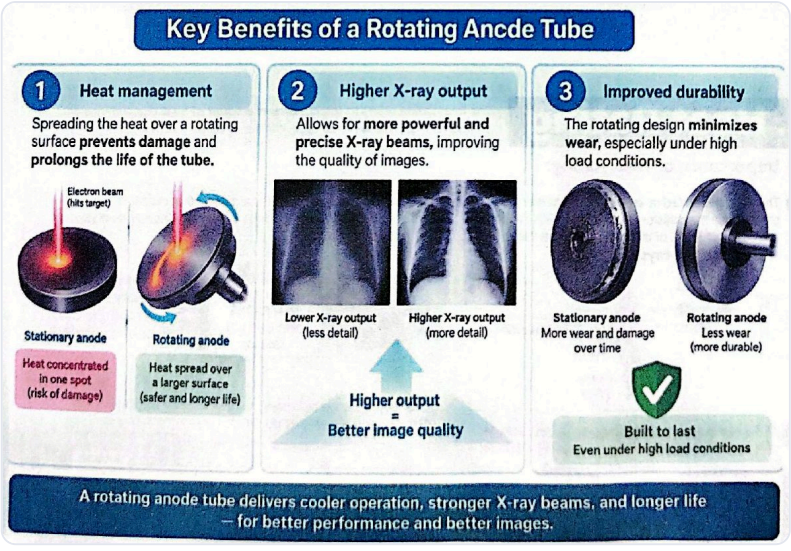
إدارة الحرارة: توزيع الحرارة على سطح دوّار يمنع التلف ويطيل عمر الأنبوب.

2- Higher X-ray output: Allows for more powerful and precise X-ray beams, improving the quality of images.

ناتج أشعة أعلى: يسمح بحزم أشعة أقوى وأدق، فتتحسّن جودة الصور.

3- Improved durability: The rotating design minimizes wear, especially under high load conditions.

متانة أفضل: التصميم الدوّار يقلّل التآكل، خصوصاً تحت ظروف الحمل العالي.



Stationary anode (heat concentrated in one spot, risk of damage; more wear) vs rotating anode (heat spread over a larger surface; less wear); lower vs higher X-ray output (less vs more detail): higher output = better image quality; built to last even under high load conditions.

الأنود الثابت (حرارة مركّزة في نقطة، خطر التلف، تآكل أكثر) مقابل الدوّار (حرارة موزّعة، تآكل أقل)؛ ناتج أقل مقابل أعلى (تفاصيل أقل/أكثر): ناتج أعلى = جودة صورة أفضل؛ متين حتى تحت الحمل العالي.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

> A rotating anode tube delivers cooler operation, stronger X-ray beams, and longer life – for better performance and better images.

أنبوب الأنود الدوّار يعطي تشغيلاً أبرد وحزم أشعة أقوى وعمراً أطول، لأداء أفضل وصور أفضل.

> ⭐ **أهم نقطة**
>
> فوائد الأنود الدوّار ثلاث: إدارة الحرارة، وناتج أشعة أعلى، ومتانة أفضل.

---

5 التصنيف الحراري C. Heat Rating 🔊

> The heat rating refers to the maximum amount of heat that a device or component, such as an X-ray tube, can safely handle

without damage.

التصنيف الحراري يعني أقصى كمية حرارة يستطيع جهاز أو مكوّن، مثل أنبوب الأشعة السينية، أن يتحمّلها بأمان دون أن يتلف.

أهمية التصنيف الحراري: Importance of Heat Rating

1- The heat generated in an X-ray tube primarily stems from the collision of electrons with the anode, where about 99% of the energy is converted to heat and only 1%to X-rays

الحرارة المتولّدة في أنبوب الأشعة تنتج أساساً من اصطدام الإلكترونات بالأنود، حيث يتحوّل نحو 99% من الطاقة إلى حرارة و1% فقط إلى أشعة سينية.

2- If this heat is not dissipated efficiently, it can damage the anode, leading to, melting, or even tube failure

إذا لم تُبدَّد هذه الحرارة بكفاءة فقد تتلف الأنود، فتؤدي إلى انصهاره أو حتى تعطّل الأنبوب.

3- Each X-ray tube has a heat rating that indicates its capacity to handle heat during continuous operations or short-burst.

لكل أنبوب أشعة تصنيف حراري يدل على قدرته على تحمّل الحرارة أثناء التشغيل المستمر أو الدفعات القصيرة.

4- The heat rating is usually expressed in Heat Units (HU) or kilojoules (kJ).

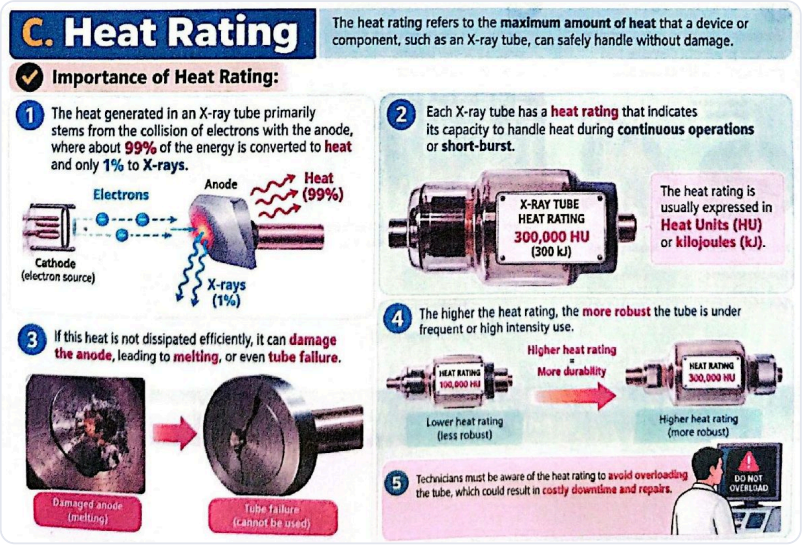
يُعبَّر عن التصنيف الحراري عادةً بالوحدات الحرارية (HU) أو بالكيلوجول (kJ).

5- The higher the heat rating, the more robust the tube is under frequent or high intensity use.

كلما ارتفع التصنيف الحراري كان الأنبوب أمتن عند الاستعمال المتكرر أو عالي الشدة.

6- Technicians must be aware of the heat rating to avoid overloading the tube, which could result in costly downtime and repairs..

يجب أن يعرف التقنيون التصنيف الحراري لتجنّب تحميل الأنبوب فوق طاقته، لأن ذلك قد يسبّب توقّفاً وإصلاحات مكلفة.



Heat rating: electrons hitting the anode (heat 99%, X-rays 1%); an x-ray tube heat rating of 300,000 HU (300 kJ); damaged anode (melting) and tube failure; lower vs higher heat rating (higher heat rating = more durability); do not overload.

التصنيف الحراري: الإلكترونات تضرب الأنود (حرارة 99% وأشعة 1%)؛ أنبوب تصنيفه 300,000 HU (300 كيلوجول)؛ أنود تالف (منصهر) وتعطّل الأنبوب؛ تصنيف أقل مقابل أعلى (تصنيف أعلى = متانة أكبر)؛ لا تحمّل الأنبوب فوق طاقته.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 4

⭐ أهم نقطة

التصنيف الحراري = أقصى حرارة يتحمّلها الأنبوب بأمان، ويُقاس بـ HU أو kJ؛ وكلما ارتفع كان الأنبوب أمتن.

الخلاصة

1. Limitation of the x-ray tube: design and operational constraints.
محدِّدات أنبوب الأشعة: التصميم وقيود التشغيل.

2. Focus (focal spot) is the area on the anode where the electron beam hits, creating X-rays.
البؤرة هي منطقة الأنود التي تضربها حزمة الإلكترونات فتتولّد الأشعة السينية.

3. More than 99% of the electron energy becomes heat; less than 1% becomes X-rays.
أكثر من 99% من طاقة الإلكترونات يصبح حرارة، وأقل من 1% يصبح أشعة سينية.

4. Line focus principle: an angled anode gives a small effective focal spot with a larger actual area for heat dissipation.
مبدأ البؤرة الخطية: الأنود المائل يعطي بؤرة فعّالة صغيرة مع مساحة فعلية أكبر لتبديد الحرارة.

5. Effective focal spot size = Actual focal spot size × sin θ.
حجم البؤرة الفعّالة = حجم البؤرة الفعلية × sin θ.

6. Small focal spot: better resolution, more heat (extremities); large focal spot: better heat dissipation, less clarity (chest, abdomen).
البؤرة الصغيرة: دقة أعلى وحرارة أكثر (الأطراف)؛ الكبيرة: تبديد أفضل للحرارة ووضوح أقل (الصدر والبطن).

7. The rotating anode (usually tungsten) rotates at 3,000–10,000 rpm to spread the heat over a larger area.
الأنود الدوّار (عادةً من التنغستن) يدور 3,000–10,000 دورة/دقيقة لتوزيع الحرارة على مساحة أكبر.

8. Heat rating is the maximum heat a tube can safely handle, expressed in HU or kJ.
التصنيف الحراري هو أقصى حرارة يتحمّلها الأنبوب بأمان، ويُقاس بـ HU أو kJ.

أهم المصطلحات

Focal spot (actual / effective)	البؤرة (الفعلية / الفعّالة)	**Line focus principle**	مبدأ البؤرة الخطية
Focal spot size	حجم البؤرة	**Dual focal spots**	البؤرتان المزدوجتان
Geometric blur	الضبابية الهندسية	**Target angle (θ)**	زاوية الهدف (زاوية الأنود)
Rotating anode tube	أنبوب الأنود الدوّار	**Revolutions per minute (rpm)**	دورة في الدقيقة
Heat dissipation	تبديد الحرارة	**Heat rating**	التصنيف الحراري للأنبوب
Heat Units (HU)	الوحدات الحرارية	**Overloading**	التحميل الزائد

الأسئلة

1 **The limitation of the x-ray tube is related to:**

محدِّدات أنبوب الأشعة السينية تتعلّق بـ:

A	Patient age and weight	عمر المريض ووزنه
B	Design and operational constraints	التصميم وقيود التشغيل
C	Film type and processing	نوع الفيلم ومعالجته
D	Room size and lighting	حجم الغرفة وإضاءتها

✅ **B** **Design and operational constraints** — **التصميم وقيود التشغيل**

💡 المحاضرة: محدِّدات أنبوب الأشعة قسمان: التصميم، وقيود التشغيل.

2 **Focus in an X-ray tube refers to:**

البؤرة في أنبوب الأشعة تعني:

A	The coil that emits electrons	الملف الذي يبعث الإلكترونات
B	The window through which X-rays exit	النافذة التي تخرج منها الأشعة
C	The distance between tube and patient	المسافة بين الأنبوب والمريض
D	The area on the anode where the electron beam hits, creating X-rays	منطقة الأنود التي تضربها حزمة الإلكترونات فتتولّد الأشعة

✅ **D** **The area on the anode where the electron beam hits, creating X-rays** — **منطقة الأنود التي تضربها حزمة الإلكترونات فتتولّد الأشعة**

💡 المحاضرة: البؤرة هي منطقة الأنود التي تضربها حزمة الإلكترونات فتتولّد الأشعة.

3 **The size of the focal spot plays a critical role in determining:**
حجم البؤرة له دور حاسم في تحديد:

A	The speed of light	سرعة الضوء
B	The patient's position	وضعية المريض
C	The rotation speed of the anode	سرعة دوران الأنود
D	The sharpness and quality of the X-ray image	حدّة صورة الأشعة وجودتها

✅ **D** **The sharpness and quality of the X-ray image** — **حدّة صورة الأشعة وجودتها**

💡 المحاضرة: حجم البؤرة له دور حاسم في تحديد حدّة صورة الأشعة وجودتها.

4 **Which statement about focal spot size is correct?**
أي عبارة عن حجم البؤرة صحيحة؟

A	Smaller spots dissipate heat better	البؤر الأصغر تبدّد الحرارة أفضل
B	Larger spots improve image clarity	البؤر الأكبر تحسّن وضوح الصورة
C	Smaller spots improve resolution but generate more heat	البؤر الأصغر تحسّن الدقة لكنها تولّد حرارة أكثر
D	Focal spot size has no effect on heat	حجم البؤرة لا يؤثر على الحرارة

✅ **C** **Smaller spots improve resolution but generate more heat** — **البؤر الأصغر تحسّن الدقة لكنها تولّد حرارة أكثر**

💡 المحاضرة: البؤر الأصغر تحسّن الدقة لكنها تولّد حرارة أكثر، والأكبر تبدّد الحرارة أفضل وتقلّل الوضوح.

5 **When electrons strike the focal spot, most of the energy (> 99%) becomes:**

عندما تضرب الإلكترونات البؤرة، معظم الطاقة (أكثر من 99%) يصبح:

A	X-rays	أشعة سينية
B	Visible light	ضوءاً مرئياً
C	Electric current	تياراً كهربائياً
D	Heat	حرارة

✅ **D** **Heat** — **حرارة**

💡 المحاضرة: أكثر من 99% من الطاقة يصبح حرارة، وأقل من 1% يصبح أشعة سينية.

6 **The line focus principle uses an angled anode to create:**

مبدأ البؤرة الخطية يستعمل أنوداً مائلاً لتكوين:

A	A large effective focal spot with a small actual area	بؤرة فعّالة كبيرة مع مساحة فعلية صغيرة
B	Two filaments in the anode	فتيلتين في الأنود
C	A small effective focal spot with a larger area for heat dissipation	بؤرة فعّالة صغيرة مع مساحة أكبر لتبديد الحرارة
D	A higher tube voltage	جهد أنبوب أعلى

✅ **C** **A small effective focal spot with a larger area for heat dissipation** — **بؤرة فعّالة صغيرة مع مساحة أكبر لتبديد الحرارة**

💡 المحاضرة: الأنود المائل يكوّن بؤرة فعّالة صغيرة مع مساحة أكبر لتبديد الحرارة.

7 **According to the lecture, the effective focal spot size equals:**

حسب المحاضرة، حجم البؤرة الفعّالة يساوي:

A	Actual focal spot size + θ	حجم البؤرة الفعلية + θ
B	Actual focal spot size ÷ 2	حجم البؤرة الفعلية ÷ 2
C	Filament length × kVp	طول الفتيلة × الكيلوفولت
D	Actual focal spot size × sin θ	حجم البؤرة الفعلية × {{sin θ}}

✅ **D** **Actual focal spot size × sin θ** — **حجم البؤرة الفعلية × {{sin θ}}**

💡 المحاضرة: حجم البؤرة الفعّالة = حجم البؤرة الفعلية × جيب الزاوية θ.

8 **Compared with the actual focal spot, the effective focal spot seen by the patient and image receptor is:**

مقارنةً بالبؤرة الفعلية، البؤرة الفعّالة التي يراها المريض ومستقبِل الصورة:

A	Larger, due to the anode angle	أكبر بسبب زاوية الأنود
B	Exactly the same size	بالحجم نفسه تماماً
C	Invisible	غير مرئية
D	Smaller, due to the anode angle	أصغر بسبب زاوية الأنود

✅ **D** **Smaller, due to the anode angle** — **أصغر بسبب زاوية الأنود**

💡 المحاضرة: البؤرة الفعلية أكبر، لكن بسبب الزاوية تبدو أصغر (البؤرة الفعّالة) للمريض ومستقبِل الصورة.

9 **A small focal spot is used for:**

البؤرة الصغيرة تُستعمل لـ:

A	Higher power situations (e.g. chest, abdomen)	الحالات عالية القدرة (مثل الصدر والبطن)
B	Large patients only	المرضى كبار الحجم فقط
C	Detailed imaging (e.g. extremities, small bones)	التصوير التفصيلي (مثل الأطراف والعظام الصغيرة)
D	Reducing image resolution	تقليل دقة الصورة

✅ **C** **Detailed imaging (e.g. extremities, small bones)** — **التصوير التفصيلي (مثل الأطراف والعظام الصغيرة)**

💡 المحاضرة: البؤرة الصغيرة للتصوير التفصيلي، مثل الأطراف والعظام الصغيرة.

10 How do some X-ray tubes provide two different focal spot sizes?

كيف توفّر بعض الأنابيب حجمين مختلفين للبؤرة؟

A By having two filaments in the cathode — بوجود فتيلتين في الكاثود

B By having two anodes — بوجود أنودين

C By changing the glass envelope — بتغيير الغلاف الزجاجي

D By rotating the cathode — بتدوير الكاثود

✅ **A By having two filaments in the cathode — بوجود فتيلتين في الكاثود**

💡 المحاضرة: بعض الأنابيب فيها فتيلتان في الكاثود لتوفير حجمين مختلفين للبؤرة.

11 In a rotating anode tube, the anode usually rotates at:

في أنبوب الأنود الدوّار يدور الأنود عادةً بسرعة:

A 30 – 100 revolutions per minute — 30–100 دورة في الدقيقة

B 3,000 – 10,000 revolutions per minute — 3,000–10,000 دورة في الدقيقة

C 300 – 1,000 revolutions per minute — 300–1,000 دورة في الدقيقة

D 100,000 revolutions per minute — 100,000 دورة في الدقيقة

✅ **B 3,000 – 10,000 revolutions per minute — 3,000–10,000 دورة في الدقيقة**

💡 المحاضرة: يدور الأنود عادةً بين 3,000 و10,000 دورة في الدقيقة.

12 The rotating anode is typically made of:

الأنود الدوّار مصنوع عادةً من:

A	Aluminum	الألمنيوم
B	Tungsten	التنغستن
C	Lead	الرصاص
D	Glass	الزجاج

✅ **B Tungsten** التنغستن

💡 المحاضرة: الأنود الدوّار مصنوع عادةً من التنغستن ويعمل هدفاً للإلكترونات.

13 Why does the anode rotate?

لماذا يدور الأنود؟

A	To distribute the heat over a larger surface area	لتوزيع الحرارة على مساحة سطح أكبر
B	To emit more electrons	ليبعث إلكترونات أكثر
C	To reduce the tube voltage	لتقليل جهد الأنبوب
D	To cool the filament	لتبريد الفتيلة

✅ **A To distribute the heat over a larger surface area** لتوزيع الحرارة على مساحة سطح أكبر

💡 المحاضرة: الدوران يوزّع حرارة اصطدام الإلكترونات على مساحة أكبر فيمنع السخونة المفرطة.

14 In a stationary anode, the heat is:

في الأنود الثابت تكون الحرارة:

A	Concentrated in one spot (limited X-ray output)	مركّزة في نقطة واحدة (ناتج أشعة محدود)
B	Distributed over a larger surface area	موزّعة على مساحة سطح أكبر
C	Converted completely to X-rays	متحوّلة كلها إلى أشعة سينية
D	Removed by rotation	مُزالة بالدوران

✅ **A Concentrated in one spot (limited X-ray output)** مركّزة في نقطة واحدة (ناتج أشعة محدود)

💡 المحاضرة: في الأنود الثابت تتركّز الحرارة في نقطة واحدة، فيكون ناتج الأشعة محدوداً.

15 **Which is one of the key benefits of a rotating anode tube?**

أي مما يلي من الفوائد الرئيسية لأنبوب الأنود الدوّار؟

A	Lower X-ray output	ناتج أشعة أقل
B	Improved durability (minimizes wear under high load)	متانة أفضل (يقلّل التآكل تحت الحمل العالي)
C	Heat concentrated in one spot	حرارة مركّزة في نقطة واحدة
D	More wear over time	تآكل أكثر مع الوقت

✅ **B** **Improved durability (minimizes wear under high load)** — **متانة أفضل (يقلّل التآكل تحت الحمل العالي)**

💡 المحاضرة: من فوائد الأنود الدوّار المتانة الأفضل، لأن التصميم الدوّار يقلّل التآكل تحت الحمل العالي.

16 **Spreading the heat over a rotating surface:**

توزيع الحرارة على سطح دوّار:

A	Increases wear of the anode	يزيد تآكل الأنود
B	Reduces image quality	يقلّل جودة الصورة
C	Prevents damage and prolongs the life of the tube	يمنع التلف ويطيل عمر الأنبوب
D	Increases the voltage ripple	يزيد تموّج الجهد

✅ **C** **Prevents damage and prolongs the life of the tube** — **يمنع التلف ويطيل عمر الأنبوب**

💡 المحاضرة: توزيع الحرارة على سطح دوّار يمنع التلف ويطيل عمر الأنبوب.

17

The heat rating refers to:

التصنيف الحراري يعني:

A	The temperature of the filament	درجة حرارة الفتيلة
B	The maximum amount of heat a component can safely handle without damage	أقصى كمية حرارة يتحمّلها المكوّن بأمان دون تلف
C	The speed of anode rotation	سرعة دوران الأنود
D	The amount of X-rays produced	كمية الأشعة السينية المنتجة

✅ **B** **The maximum amount of heat a component can safely handle without damage** — **أقصى كمية حرارة يتحمّلها المكوّن بأمان دون تلف**

💡 المحاضرة: التصنيف الحراري هو أقصى كمية حرارة يتحمّلها المكوّن بأمان دون تلف.

18

The heat rating is usually expressed in:

يُعبَّر عن التصنيف الحراري عادةً بـ:

A	Heat Units (HU) or kilojoules (kJ)	الوحدات الحرارية ({{HU}}) أو الكيلوجول ({{kJ}})
B	Revolutions per minute (rpm)	دورة في الدقيقة
C	Millimeters (mm)	الملّيمتر
D	Hertz (Hz)	الهرتز

✅ **A** **Heat Units (HU) or kilojoules (kJ)** — **الوحدات الحرارية ({{HU}}) أو الكيلوجول ({{kJ}})**

💡 المحاضرة: يُعبَّر عن التصنيف الحراري عادةً بالوحدات الحرارية أو الكيلوجول.

19

If the heat is not dissipated efficiently, it can:

إذا لم تُبدَّد الحرارة بكفاءة فإنها قد:

A	Damage the anode, leading to melting or tube failure	تتلف الأنود فتؤدي إلى انصهاره أو تعطّل الأنبوب
B	Increase the life of the tube	تطيل عمر الأنبوب
C	Improve image quality	تحسّن جودة الصورة
D	Convert more energy to X-rays	تحوّل طاقة أكثر إلى أشعة

✅ **A** **Damage the anode, leading to melting or tube failure** — **تتلف الأنود فتؤدي إلى انصهاره أو تعطّل الأنبوب**

💡 المحاضرة: إذا لم تُبدَّد الحرارة بكفاءة قد تتلف الأنود فيذوب أو يتعطّل الأنبوب.

20

Technicians must be aware of the heat rating to:

يجب أن يعرف التقنيون التصنيف الحراري لكي:

A	Choose the patient's position	يختاروا وضعية المريض
B	Measure the focal spot size	يقيسوا حجم البؤرة
C	Avoid overloading the tube	يتجنّبوا تحميل الأنبوب فوق طاقته
D	Increase the exposure time	يزيدوا زمن التعرّض

✅ **C** **Avoid overloading the tube** — **يتجنّبوا تحميل الأنبوب فوق طاقته**

💡 المحاضرة: يجب أن يعرف التقنيون التصنيف الحراري لتجنّب التحميل الزائد والإصلاحات المكلفة.

✅ 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