الفيزياء الإشعاعية · عملي

المحاضرة 2

أنبوب الأشعة والمحوّلة والمقوّم والمولّد

X-ray Tube, Transformer, Rectifiers & X-ray Generator — Second Experiment in Practice

إعداد: **محمد الموسوي**

@almusawy_radiology

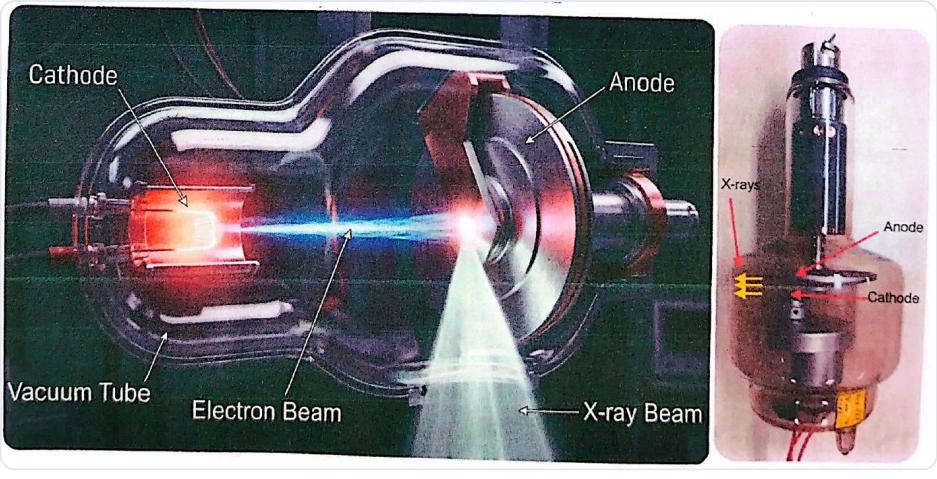
الفهرس

Introduction: The X-ray Tube	1. مقدمة: أنبوب الأشعة السينية
1- Cathode: Filament & Focusing Cup	2. الكاثود: الفتيلة وكأس التركيز
2- Anode & Target	3. الأنود والهدف
Transformer	4. المحوّلة
Rectifiers	5. المقوّمات
2- The X-ray Generator	6. مولّد الأشعة السينية
Types of X-ray Generators	7. أنواع مولّدات الأشعة السينية
Voltage Ripple	8. تموّج الجهد
Summary	9. الخلاصة
MCQs	10. الأسئلة
Quiz	11. اختبر نفسك

1 مقدمة: أنبوب الأشعة السينية Introduction: The X-ray Tube

Introduction: An x-ray tube consists of two electrodes sealed into an glass envelope. 1-The cathode 2-The anode

مقدمة: يتكوّن أنبوب الأشعة السينية من قطبين كهربائيين محكَمَي الإغلاق داخل غلاف زجاجي: 1- الكاثود 2- الأنود.



X-ray tube: cathode, anode, vacuum tube, electron beam and X-ray beam; and a real tube showing anode, cathode and X-rays.

أنبوب الأشعة: الكاثود، الأنود، الأنبوب المفرَّغ، حزمة الإلكترونات وحزمة الأشعة السينية؛ وأنبوب حقيقي يظهر فيه الأنود والكاثود والأشعة.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 1

⭐ أهم نقطة

أنبوب الأشعة = قطبان (كاثود وأنود) داخل غلاف زجاجي.

---

2 الكاثود: الفتيلة وكأس التركيز 1- Cathode: Filament & Focusing Cup

The cathode is the negative side of the x-ray tube because it is a source of electrons and has two primary parts :

الكاثود هو الجانب السالب من أنبوب الأشعة لأنه مصدر الإلكترونات، وله جزءان رئيسيان:

أ- الفتيلة A- The filament

1- Structure: A wire coil, approximately 2 mm in diameter and 1 to 2 cm in length.

التركيب: ملف سلكي قطره نحو 2 مم وطوله 1 إلى 2 سم.

2- Function: Emits electrons when heated to high temperatures (around 2200°C).

الوظيفة: تبعث الإلكترونات عند تسخينها إلى درجات حرارة عالية (نحو 2200 درجة مئوية).

3- Power Requirements: Operates efficiently with a current of 4-10A and a voltage of 10V.

متطلبات القدرة: تعمل بكفاءة بتيار 4–10 أمبير وجهد 10 فولت.

4- Mechanism (Thermionic Emission): The intense current provides enough energy to "boil off" and eject outer shell electrons from the filament's atoms.

الآلية (الانبعاث الحراري للإلكترونات): التيار الشديد يعطي طاقة كافية «لغلي» إلكترونات الغلاف الخارجي وقذفها من ذرات الفتيلة.

ب- كأس التركيز B-The Focusing cup

> Function: Controls the width and spread of the electron beam and directly toward the target (anode).

الوظيفة: يتحكّم بعرض حزمة الإلكترونات وانتشارها ويوجّهها نحو الهدف (الأنود).

⭐ أهم نقطة

الفتيلة (2 مم × 1–2 سم) تبعث الإلكترونات بالانبعاث الحراري عند ~2200°م، وكأس التركيز يضيّق الحزمة ويوجّهها للهدف.

3 الأنود والهدف 2- Anode & Target

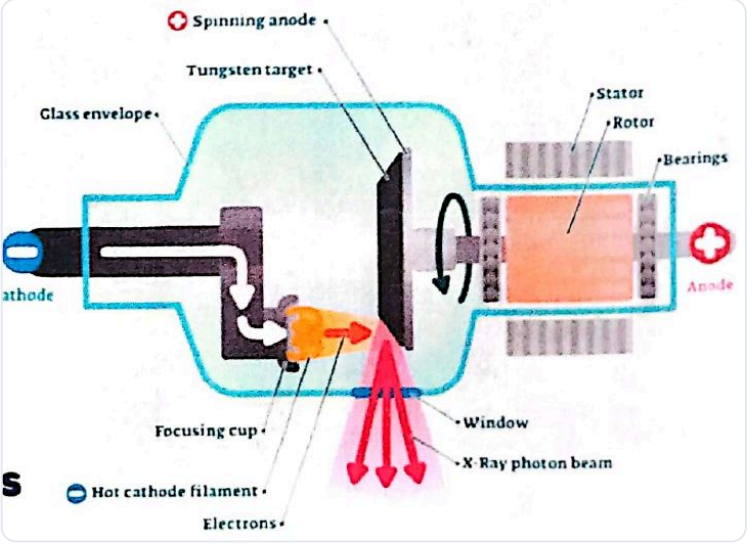
> The anode is the positive side of the x-ray tube, which divided into two types: A- Stationary , B- Rotating

الأنود هو الجانب الموجب من أنبوب الأشعة، وينقسم إلى نوعين: أ- الثابت، ب- الدوّار.

Target (الهدف)

> The target is the area of the anode struck by the electrons from the cathode.

الهدف هو منطقة الأنود التي تضربها الإلكترونات القادمة من الكاثود.



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

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

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 2

⭐ **أهم نقطة**

الأنود هو الجانب الموجب (ثابت أو دوّار)، والهدف هو المنطقة التي تضربها الإلكترونات.

---

4 المحوّلة Transformer 🔊

1- Transformer Uses electromagnetic induction to vary voltage

المحوّلة تستعمل الحث الكهرومغناطيسي لتغيير الجهد.

2- Consists of an iron core , a primary winding , and secondary winding .

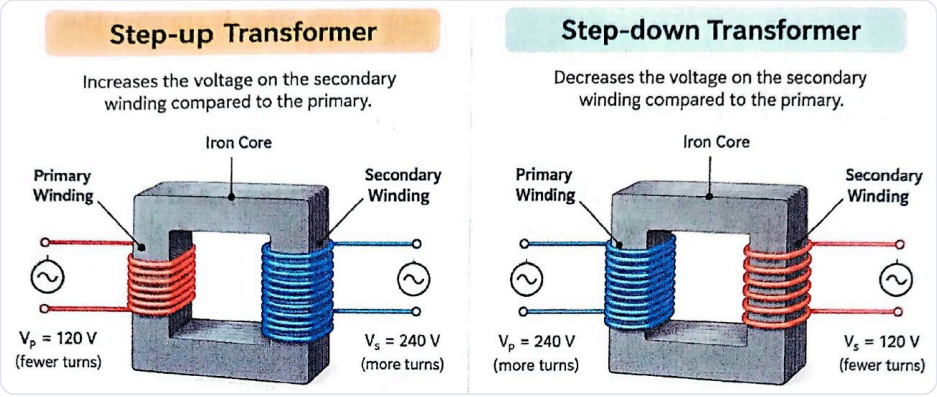
تتكوّن من قلب حديدي وملف ابتدائي وملف ثانوي.

1- Step-up Transformer: Increases the voltage on the secondary winding compared to the primary.

المحوّل الرافع: يرفع الجهد على الملف الثانوي مقارنةً بالابتدائي.

2- Step-down Transformer: Decreases the voltage on the secondary winding compared to the primary.

المحوّل الخافض: يخفض الجهد على الملف الثانوي مقارنةً بالابتدائي.



Step-up transformer (Vp = 120 V fewer turns → Vs = 240 V more turns) and step-down transformer (Vp = 240 V more turns → Vs = 120 V fewer turns).

المحوّل الرافع (الابتدائي 120 فولت لفّات أقل ← الثانوي 240 فولت لفّات أكثر) والخافض (الابتدائي 240 فولت لفّات أكثر ← الثانوي 120 فولت لفّات أقل).

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

> ⭐ **أهم نقطة**
>
> المحوّلة تغيّر الجهد بالحث الكهرومغناطيسي: المحوّل الرافع يرفع جهد الثانوي (لفّات أكثر) والخافض يخفضه.

5 المقوّمات Rectifiers 🔌

1- A rectifier converts Alternating Current (AC) into Direct Current (DC) using one or more P-N junction diodes.

المقوّم يحوّل التيار المتناوب (AC) إلى تيار مستمر (DC) باستعمال صمّام ثنائي (دايود) واحد أو أكثر من نوع P-N.

2- A diode acts as a one-way valve, allowing current to flow in one direction while blocking the opposite direction.

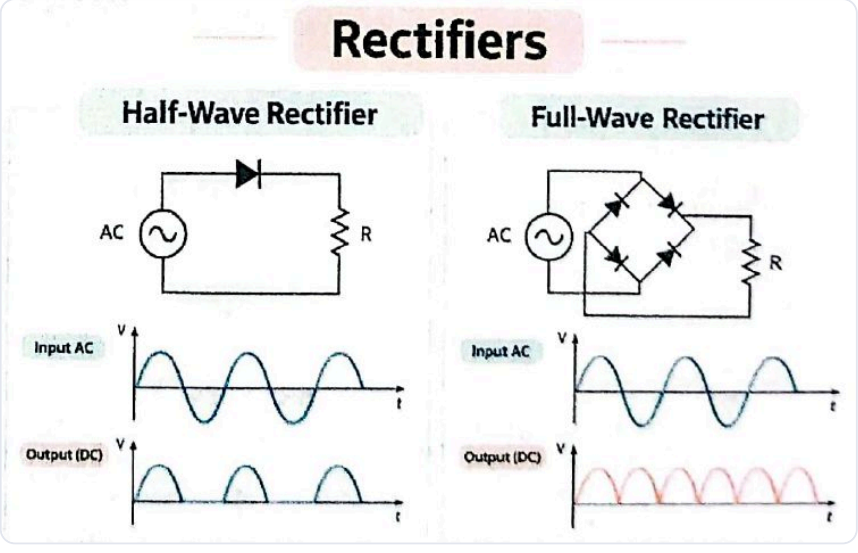
الصمّام الثنائي يعمل كصمّام باتجاه واحد: يسمح بمرور التيار في اتجاه ويمنعه في الاتجاه المعاكس.

1- Half-wave rectifier: Converts only one half of the AC cycle into DC, resulting in lower efficiency

مقوّم نصف الموجة: يحوّل نصف دورة التيار المتناوب فقط إلى تيار مستمر، فتكون الكفاءة أقل.

2- Full-wave rectifier: Converts both the positive and negative halves of the AC cycle into DC,resulting in higher efficiency

مقوّم الموجة الكاملة: يحوّل النصفين الموجب والسالب من دورة التيار المتناوب إلى تيار مستمر، فتكون الكفاءة أعلى.



Half-wave and full-wave rectifier circuits with their input AC and output DC waveforms.

دائرتا مقوّم نصف الموجة والموجة الكاملة، مع شكل التيار المتناوب الداخل والتيار المستمر الخارج.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 3

⭐ أهم نقطة

المقوّم يحوّل AC إلى DC بالدايودات؛ نصف الموجة كفاءته أقل، والموجة الكاملة كفاءته أعلى.

6 مولّد الأشعة السينية 2- The X-ray Generator

> The X-ray generator is the power source of the X-ray tube. It supplies the electrical power and signals required for tube operation.

مولّد الأشعة السينية هو مصدر القدرة لأنبوب الأشعة؛ يزوّده بالقدرة الكهربائية والإشارات اللازمة لتشغيله.

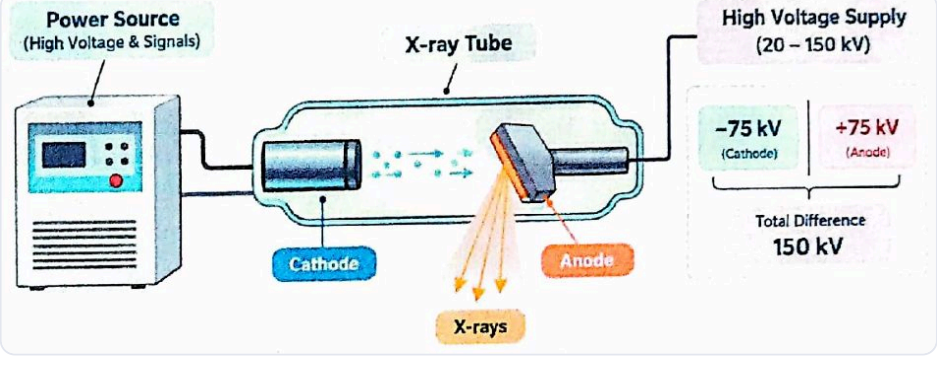
الوظائف الرئيسية Main Functions :

1- It supplies current at a high voltage to the x-ray tube (20 to 150 kV) needed for x ray production.

يزوّد أنبوب الأشعة بتيار بجهد عالٍ (20 إلى 150 كيلوفولت) لازم لإنتاج الأشعة السينية.

2- The tube voltage is supplied Symmetrically to the tube, i.e. a net potential difference of is achieved by feeding -75 kV to the cathode and +75 kV to the anode

جهد الأنبوب يُجهَّز بشكل متناظر، أي يتحقّق فرق الجهد الكلي بتغذية الكاثود بـ −75 كيلوفولت والأنود بـ +75 كيلوفولت.



Power source (high voltage & signals), x-ray tube, high voltage supply (20–150 kV): −75 kV (cathode) and +75 kV (anode), total difference 150 kV.

مصدر القدرة (جهد عالٍ وإشارات)، أنبوب الأشعة، ومجهّز الجهد العالي (20–150 كيلوفولت): −75 للكاثود و+75 للأنود، والفرق الكلي 150 كيلوفولت.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 4

⭐ أهم نقطة

المولّد يجهّز الأنبوب بجهد عالٍ 20–150 كيلوفولت، بشكل متناظر (−75 للكاثود و+75 للأنود = 150).

7 أنواع مولّدات الأشعة السينية Types of X-ray Generators 🔊

أ- المولّدات أحادية الطور A-Single-Phase Generators :

1- Full-wave rectification produces two pulses per AC cycle.

تقويم الموجة الكاملة ينتج نبضتين لكل دورة تيار متناوب.

2- At 60 Hz: 120 pulses per second.

عند 60 هرتز: 120 نبضة في الثانية.

3- Voltage ripple: 100%.

تموّج الجهد: 100%.

4- Voltage drops to zero between pulses.

الجهد ينزل إلى الصفر بين النبضات.

5- Produces lower energy soft x-rays , longer exposure time, greater patient dose

تنتج أشعة ليّنة أقل طاقة، وزمن تعرّض أطول، وجرعة أكبر للمريض.

ب- المولّدات ثلاثية الطور B-Three-Phase Generators

1- Combines multiple voltage waveforms.

تجمع عدة أشكال موجية للجهد.

2- Voltage ripple: approximately 5-15%, depending on design.

تموّج الجهد: نحو 5–15% حسب التصميم.

3- Voltage does not drop to zero during exposure.

الجهد لا ينزل إلى الصفر أثناء التعرّض.

4- Higher effective X-ray energy and improved output compared with single-phase systems.

طاقة فعّالة أعلى للأشعة وناتج أفضل مقارنةً بالأنظمة أحادية الطور.

5- Generally allows shorter exposure times.

تسمح عموماً بأزمنة تعرّض أقصر.

ج- المولّد عالي التردد C- High frequency generator:

1- using a high- frequency electric circuit

يستعمل دائرة كهربائية عالية التردد.

2- standard frequency increase from 60 Hz to 500 KHz

التردد القياسي يرتفع من 60 هرتز إلى 500 كيلوهرتز.

3- Voltage ripple: less than 1% in modern designs. Nearly constant potential.

تموّج الجهد: أقل من 1% في التصاميم الحديثة؛ جهد شبه ثابت.

4- more efficient than 3-phase generators

أكفأ من المولّدات ثلاثية الطور.

5- Short exposure times and Can reduce patient dose.

أزمنة تعرّض قصيرة، ويمكن أن يقلّل جرعة المريض.

6- reduced low-energy radiation and Increase x-ray tube life.

يقلّل الإشعاع منخفض الطاقة ويطيل عمر أنبوب الأشعة.

⭐ أهم نقطة

تموّج الجهد: أحادي الطور 100% (ينزل للصفر)، ثلاثي الطور 15–5%، عالي التردد أقل من 1% (جهد شبه ثابت).

8 تموّج الجهد Voltage Ripple 🔊

> refers to the fluctuation in voltage output of some X-ray generators. aslo is defined as the difference between the peak voltage and the minimum voltage, divided by the peak voltage and multiplied by 100

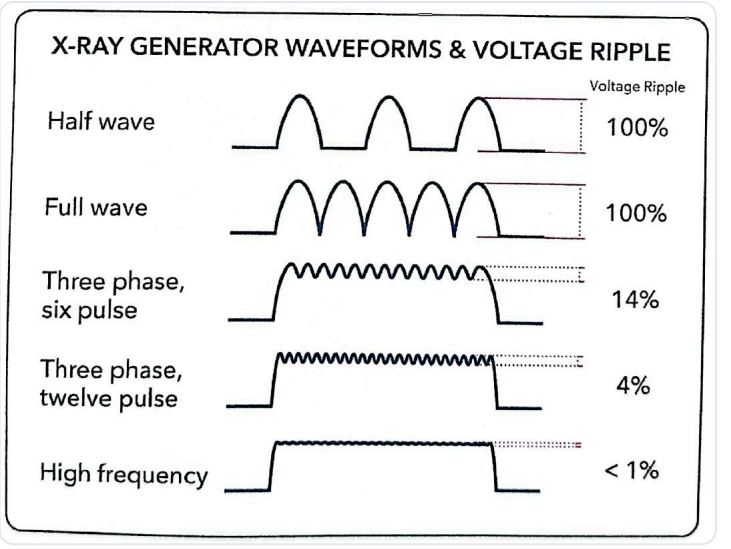
تموّج الجهد يشير إلى التذبذب في الجهد الخارج من بعض مولّدات الأشعة السينية. ويُعرَّف أيضاً بأنه الفرق بين ذروة الجهد وأقل جهد، مقسوماً على ذروة الجهد ومضروباً في 100.

$$R = \frac{kVp - kV_{\min}}{kVp} \times 100\%$$

Voltage ripple: R = (kVp – kVmin) / kVp × 100%.

معادلة تموّج الجهد: R = (ذروة الكيلوفولت – أقل كيلوفولت) ÷ ذروة الكيلوفولت × 100%.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 5



X-ray generator waveforms & voltage ripple: half wave 100%, full wave 100%, three phase six pulse 14%, three phase twelve pulse 4%, high frequency < 1%.

أشكال موجات المولّدات وتموّج الجهد: نصف الموجة 100%، الموجة الكاملة 100%، ثلاثي الطور 6 نبضات 14%، ثلاثي الطور 12 نبضة 4%، عالي التردد أقل من 1%.

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 5



Closing page of the lecture: "Thank you".

الصفحة الختامية للمحاضرة: «شكراً لكم».

المصدر: محاضرة الأستاذ، ص 6

⭐ أهم نقطة

تموّج الجهد = (ذروة الجهد – أقل جهد) ÷ ذروة الجهد × 100%.

الخلاصة

1. An x-ray tube consists of two electrodes (cathode and anode) sealed in a glass envelope.

أنبوب الأشعة يتكوّن من قطبين (كاثود وأنود) داخل غلاف زجاجي.

2. The cathode (negative side) has a filament and a focusing cup.

الكاثود (الجانب السالب) فيه الفتيلة وكأس التركيز.

3. The filament (2 mm × 1–2 cm) emits electrons by thermionic emission at ~2200°C, with 4–10 A and 10 V.

الفتيلة (2 مم × 1–2 سم) تبعث الإلكترونات بالانبعاث الحراري عند ~2200°م، بتيار 4–10 أمبير وجهد 10 فولت.

4. The anode (positive side) is stationary or rotating; the target is the area struck by electrons.

الأنود (الجانب الموجب) ثابت أو دوّار؛ والهدف هو المنطقة التي تضربها الإلكترونات.

5. A transformer uses electromagnetic induction; step-up increases and step-down decreases the secondary voltage.

المحوّلة تعمل بالحث الكهرومغناطيسي؛ المحوّل الرافع يرفع جهد الثانوي والخافض يخفضه.

6. A rectifier converts AC to DC using diodes; full-wave is more efficient than half-wave.

المقوّم يحوّل AC إلى DC بالدايودات؛ والموجة الكاملة أكفأ من نصف الموجة.

7. The generator supplies 20–150 kV symmetrically (−75 kV cathode, +75 kV anode).

المولّد يجهّز 20–150 كيلوفولت بشكل متناظر (−75 للكاثود و+75 للأنود).

8. Voltage ripple: single-phase 100%, three-phase 5–15%, high frequency < 1%.

تموّج الجهد: أحادي الطور 100%، ثلاثي الطور 5–15%، عالي التردد أقل من 1%.

أهم المصطلحات

Cathode / Anode	الكاثود / الأنود	**Filament**	الفتيلة
Thermionic emission	الانبعاث الحراري للإلكترونات	**Focusing cup**	كأس التركيز
Target	الهدف	**Electromagnetic induction**	الحث الكهرومغناطيسي
Primary / Secondary winding	الملف الابتدائي / الثانوي	**Step-up / Step-down transformer**	المحوّل الرافع / الخافض
Half-wave / Full-wave rectifier	مقوّم نصف الموجة / الموجة الكاملة	**Diode**	الصمّام الثنائي (الدايود)
X-ray generator	مولّد الأشعة السينية	**Single-phase / Three-phase**	أحادي الطور / ثلاثي الطور
High-frequency generator	المولّد عالي التردد	**Voltage ripple**	تموّج الجهد

الأسئلة

1 **An x-ray tube consists of two electrodes sealed into a glass envelope. They are:**

أنبوب الأشعة يتكوّن من قطبين داخل غلاف زجاجي، هما:

A	The rotor and the stator	الجزء الدوّار والجزء الثابت
B	The cathode and the anode	الكاثود والأنود
C	The primary and secondary windings	الملف الابتدائي والثانوي
D	The diode and the rectifier	الدايود والمقوّم

✅ **B** **The cathode and the anode** **الكاثود والأنود**

💡 المحاضرة: أنبوب الأشعة يتكوّن من قطبين داخل غلاف زجاجي: الكاثود والأنود.

2 **Why is the cathode the negative side of the x-ray tube?**

لماذا الكاثود هو الجانب السالب من أنبوب الأشعة؟

A	Because it is made of copper	لأنه مصنوع من النحاس
B	Because it absorbs X-rays	لأنه يمتص الأشعة السينية
C	Because it is a source of electrons	لأنه مصدر الإلكترونات
D	Because it rotates	لأنه يدور

✅ **C** **Because it is a source of electrons** **لأنه مصدر الإلكترونات**

💡 المحاضرة: الكاثود هو الجانب السالب لأنه مصدر الإلكترونات.

3 **The filament is a wire coil approximately:**

الفتيلة ملف سلكي أبعاده تقريباً:

A 2 cm in diameter and 10 cm in length — قطره 2 سم وطوله 10 سم

B 2 mm in diameter and 1 to 2 cm in length — قطره 2 مم وطوله 1 إلى 2 سم

C 10 mm in diameter and 5 mm in length — قطره 10 مم وطوله 5 مم

D 0.2 mm in diameter and 20 cm in length — قطره 0.2 مم وطوله 20 سم

✅ **B** **2 mm in diameter and 1 to 2 cm in length** — **قطره 2 مم وطوله 1 إلى 2 سم**

💡 المحاضرة: الفتيلة ملف سلكي قطره نحو 2 مم وطوله 1 إلى 2 سم.

4 **The filament emits electrons when heated to around:**

تبعث الفتيلة الإلكترونات عند تسخينها إلى نحو:

A 220°C — 220 درجة مئوية

B 100°C — 100 درجة مئوية

C 22000°C — 22000 درجة مئوية

D 2200°C — 2200 درجة مئوية

✅ **D** **2200°C** — **2200 درجة مئوية**

💡 المحاضرة: تبعث الفتيلة الإلكترونات عند تسخينها إلى نحو 2200 درجة مئوية.

5 **The process by which the filament ejects outer shell electrons by heating is called:**

العملية التي تقذف بها الفتيلة إلكترونات الغلاف الخارجي بالتسخين تُسمّى:

A Rectification — التقويم

B Electromagnetic induction — الحث الكهرومغناطيسي

C Radioactive decay — التحلّل الإشعاعي

D Thermionic emission — الانبعاث الحراري للإلكترونات

✅ **D** **Thermionic emission** — **الانبعاث الحراري للإلكترونات**

💡 المحاضرة: آلية الفتيلة هي الانبعاث الحراري للإلكترونات؛ التيار الشديد يقذف إلكترونات الغلاف الخارجي.

6 The function of the focusing cup is to:

وظيفة كأس التركيز هي:

A	Convert AC into DC	تحويل التيار المتناوب إلى مستمر
B	Increase the voltage of the secondary winding	رفع جهد الملف الثانوي
C	Control the width and spread of the electron beam toward the target	التحكّم بعرض حزمة الإلكترونات وانتشارها نحو الهدف
D	Cool the anode	تبريد الأنود

✅ **C** **Control the width and spread of the electron beam toward the target** — التحكّم بعرض حزمة الإلكترونات وانتشارها نحو الهدف

💡 المحاضرة: كأس التركيز يتحكّم بعرض حزمة الإلكترونات وانتشارها ويوجّهها نحو الهدف (الأنود).

7 The anode is divided into two types:

ينقسم الأنود إلى نوعين:

A	Step-up and step-down	رافع وخافض
B	Half-wave and full-wave	نصف موجة وموجة كاملة
C	Stationary and rotating	ثابت ودوّار
D	Single-phase and three-phase	أحادي الطور وثلاثي الطور

✅ **C** **Stationary and rotating** — ثابت ودوّار

💡 المحاضرة: الأنود ينقسم إلى نوعين: ثابت ودوّار.

8 **The target is:**

الهدف هو:

A	The area of the anode struck by the electrons from the cathode	منطقة الأنود التي تضربها الإلكترونات القادمة من الكاثود
B	The coil that emits electrons	الملف الذي يبعث الإلكترونات
C	The glass envelope	الغلاف الزجاجي
D	The patient being imaged	المريض الذي يُصوَّر

✅ **A** **The area of the anode struck by the electrons from the cathode** — **منطقة الأنود التي تضربها الإلكترونات القادمة من الكاثود**

💡 المحاضرة: الهدف هو منطقة الأنود التي تضربها الإلكترونات القادمة من الكاثود.

9 **A transformer varies voltage using:**

تغيّر المحوّلة الجهد باستعمال:

A	Thermionic emission	الانبعاث الحراري
B	P-N junction diodes	دايودات {{P-N}}
C	Electromagnetic induction	الحث الكهرومغناطيسي
D	A rotating anode	أنود دوّار

✅ **C** **Electromagnetic induction** — **الحث الكهرومغناطيسي**

💡 المحاضرة: المحوّلة تستعمل الحث الكهرومغناطيسي لتغيير الجهد.

10

A step-up transformer:

المحوّل الرافع:

A	Decreases the voltage on the secondary winding	تخفض الجهد على الملف الثانوي
B	Converts AC into DC	تحوّل التيار المتناوب إلى مستمر
C	Has fewer turns on the secondary winding	لفّاتها على الثانوي أقل
D	Increases the voltage on the secondary winding compared to the primary	ترفع الجهد على الملف الثانوي مقارنةً بالابتدائي

✅ **D** **Increases the voltage on the secondary winding compared to the primary** — **ترفع الجهد على الملف الثانوي مقارنةً بالابتدائي**

💡 المحاضرة: المحوّل الرافع يرفع الجهد على الملف الثانوي (240 فولت، لفّات أكثر) مقارنةً بالابتدائي.

11

A transformer consists of:

تتكوّن المحوّلة من:

A	A filament and a focusing cup	فتيلة وكأس تركيز
B	An iron core, a primary winding and a secondary winding	قلب حديدي وملف ابتدائي وملف ثانوي
C	A cathode and an anode	كاثود وأنود
D	A stator and bearings	جزء ثابت ومحامل

✅ **B** **An iron core, a primary winding and a secondary winding** — **قلب حديدي وملف ابتدائي وملف ثانوي**

💡 المحاضرة: المحوّلة تتكوّن من قلب حديدي وملف ابتدائي وملف ثانوي.

12

A rectifier converts:

المقوّم يحوّل:

A	Alternating current (AC) into direct current (DC)	التيار المتناوب إلى تيار مستمر
B	Direct current into alternating current	التيار المستمر إلى تيار متناوب
C	Low voltage into high voltage	الجهد المنخفض إلى جهد عالٍ
D	Heat into X-rays	الحرارة إلى أشعة سينية

✅ **A** **Alternating current (AC) into direct current (DC)** — **التيار المتناوب إلى تيار مستمر**

💡 المحاضرة: المقوّم يحوّل التيار المتناوب إلى تيار مستمر باستعمال الدايودات.

13

A diode acts as:

يعمل الدايود ك:

A	A one-way valve that allows current in one direction	صمّام باتجاه واحد يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد
B	A two-way switch for both directions	مفتاح باتجاهين يمرّر التيار في الاتجاهين
C	A voltage multiplier	مضاعف للجهد
D	A heat sink	مشتت للحرارة

✅ **A** **A one-way valve that allows current in one direction** — **صمّام باتجاه واحد يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد**

💡 المحاضرة: الدايود صمّام باتجاه واحد، يمرّر التيار في اتجاه ويمنعه في الاتجاه المعاكس.

14 **Compared with a half-wave rectifier, the full-wave rectifier:**

مقارنةً بمقوّم نصف الموجة، مقوّم الموجة الكاملة:

A	Converts both halves of the AC cycle and has higher efficiency	يحوّل نصفي دورة التيار المتناوب وكفاءته أعلى
B	Converts only one half and has lower efficiency	يحوّل نصفاً واحداً وكفاءته أقل
C	Does not use diodes	لا يستعمل دايودات
D	Produces alternating current	ينتج تياراً متناوباً

✅ **A** **Converts both halves of the AC cycle and has higher efficiency** — **يحوّل نصفي دورة التيار المتناوب وكفاءته أعلى**

💡 المحاضرة: مقوّم الموجة الكاملة يحوّل النصفين الموجب والسالب، فكفاءته أعلى.

15 **The X-ray generator supplies the x-ray tube with a high voltage of:**

يجهّز مولّد الأشعة الأنبوب بجهد عالٍ مقداره:

A	4 to 10 V	4 إلى 10 فولت
B	20 to 150 kV	20 إلى 150 كيلوفولت
C	120 to 240 V	120 إلى 240 فولت
D	500 to 1000 kV	500 إلى 1000 كيلوفولت

✅ **B** **20 to 150 kV** — **20 إلى 150 كيلوفولت**

💡 المحاضرة: المولّد يزوّد الأنبوب بجهد عالٍ من 20 إلى 150 كيلوفولت لإنتاج الأشعة.

16 **When the tube voltage is supplied symmetrically, the cathode is fed with:**

عند تجهيز جهد الأنبوب بشكل متناظر، يُغذّى الكاثود بـ:

A	+75 kV	+75 كيلوفولت
B	+150 kV	+150 كيلوفولت
C	0 kV	صفر كيلوفولت
D	−75 kV	−75 كيلوفولت

✅ **D** **−75 kV** — **−75 كيلوفولت**

💡 المحاضرة: يُغذّى الكاثود بـ −75 كيلوفولت والأنود بـ +75 كيلوفولت، والفرق الكلي 150 كيلوفولت.

17 **In a single-phase generator at 60 Hz with full-wave rectification, the number of pulses per second is:**

في المولّد أحادي الطور عند 60 هرتز بتقويم الموجة الكاملة، عدد النبضات في الثانية:

A	60	60
B	30	30
C	500	500
D	120	120

✅ **D** 120 — 120

💡 المحاضرة: تقويم الموجة الكاملة يعطي نبضتين لكل دورة، فعند 60 هرتز = 120 نبضة في الثانية.

18 **The voltage ripple of a single-phase generator is:**

تموّج الجهد في المولّد أحادي الطور:

A	5–15%	%5–15
B	100%	100%
C	Less than 1%	أقل من %1
D	4%	4%

✅ **B** 100% — 100%

💡 المحاضرة: تموّج الجهد في المولّد أحادي الطور 100%، والجهد ينزل للصفر بين النبضات.

19 **Which is a feature of three-phase generators?**

أي مما يلي من صفات المولّدات ثلاثية الطور؟

A	Voltage ripple of 100%	تموّج جهد 100%
B	Longer exposure times than single-phase	أزمنة تعرّض أطول من أحادي الطور
C	Voltage does not drop to zero during exposure	الجهد لا ينزل إلى الصفر أثناء التعرّض
D	Produces lower energy soft x-rays	تنتج أشعة ليّنة أقل طاقة

✅ **C** **Voltage does not drop to zero during exposure** — **الجهد لا ينزل إلى الصفر أثناء التعرّض**

💡 المحاضرة: في ثلاثي الطور لا ينزل الجهد إلى الصفر أثناء التعرّض، وتموّجه 5–15%.

20 **A high frequency generator has a voltage ripple of:**

تموّج الجهد في المولّد عالي التردد:

A	100%	100%
B	Less than 1% (nearly constant potential)	أقل من 1% (جهد شبه ثابت)
C	About 50%	نحو 50%
D	5–15%	5–15%

✅ **B** **Less than 1% (nearly constant potential)** **أقل من 1% (جهد شبه ثابت)**

💡 المحاضرة: تموّج الجهد في عالي التردد أقل من 1%، أي جهد شبه ثابت.

21 **In a high frequency generator, the standard frequency is increased from 60 Hz to:**

في المولّد عالي التردد يُرفع التردد القياسي من 60 هرتز إلى:

A	500 kHz	500 كيلوهرتز
B	120 Hz	120 هرتز
C	150 kHz	150 كيلوهرتز
D	1 MHz	1 ميغاهرتز

✅ **A** **500 kHz** **500 كيلوهرتز**

💡 المحاضرة: في المولّد عالي التردد يرتفع التردد القياسي من 60 هرتز إلى 500 كيلوهرتز.

22 **Voltage ripple is defined as:**

يُعرَّف تموّج الجهد بأنه:

A	(Peak voltage – minimum voltage) ÷ peak voltage × 100	(ذروة الجهد – أقل جهد) ÷ ذروة الجهد × 100
B	Peak voltage × minimum voltage	ذروة الجهد × أقل جهد
C	Minimum voltage ÷ peak voltage	أقل جهد ÷ ذروة الجهد
D	The number of pulses per second	عدد النبضات في الثانية

✅ **A** **(Peak voltage – minimum voltage) ÷ peak voltage × 100** — **(ذروة الجهد – أقل جهد) ÷ ذروة الجهد × 100**

💡 المحاضرة: تموّج الجهد = الفرق بين ذروة الجهد وأقل جهد، مقسوماً على ذروة الجهد ومضروباً في 100.

23 **According to the waveform chart, a three phase twelve pulse generator has a voltage ripple of:**

حسب مخطط أشكال الموجات، تموّج الجهد في المولّد ثلاثي الطور ذي 12 نبضة:

A	14%	14%
B	100%	100%
C	4%	4%
D	< 1%	أقل من 1%

✅ **C** **4%** — **4%**

💡 مخطط المحاضرة: ثلاثي الطور 6 نبضات 14%، ثلاثي الطور 12 نبضة 4%، عالي التردد أقل من 1%.

✅ 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