كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : الفيزياء الاشعاعية

المحاضرة : مشاريع /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنلوجيا المعلومات والاتصالات

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة طرطوس
كلية العلوم
قسم الفيزياء

مشروع بعنوان:

الجهاز الطبقي المحوري

إشراف الدكتورة فاتن الاحمد

اعداد الطلاب : يزن يوسف صالح – ميس الريم يوسف
رهف ناجي مفلح – أحمد ابراهيم ابراهيم

تعريف الطبقي المحوري

يعرف بشكل عام بـ CT فهو مثل التصوير التقليدي بواسطة الإشعاع لجسم الإنسان من خلال تصوير الطبقي في المقاطع ويتم معالجة هذه المقاطع وإحداث صور ثلاثية الأبعاد، هذه الصور يمكن مشاهدتها من خلال شاشة الكمبيوتر وتسجيلها على فيلم أو تحويلها على سي دي أو دي في دي.

تتم صور الطبقي المحوري على الأعضاء الداخلية مثل العظام، والأنسجة الرخوة، الأوعية وهوي يعطي منظر مفصل وواضح من الإشعاع العادي الذي يستخدم في تصوير الأنسجة والأوعية.

مكونات الطبقي المحوري

توجد معظم مكونات هذا الجهاز ضمن الجانتري ***gantry*** بالإضافة لذلك يتكون الجهاز من طاولة الفحص ***Taple*** وغرفة التحكم **Control Room**

إن تصميم غرف الأشعة المقطعية عادةً متشابهة بحيث تكون طاولة الفحص والجانتري في غرفة واحدة، أما غرفة التحكم تكون في الخارج خلف حاجز رصاصي للحماية من الأشعة.

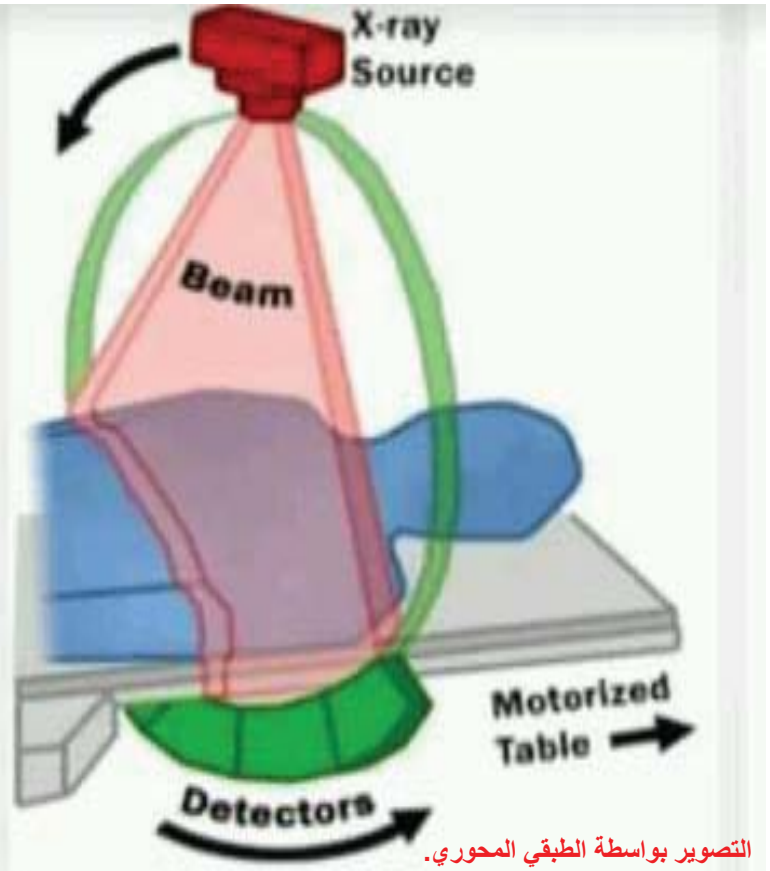
آلية العمل

يستلقي المريض على طاولة خاصة تتحرك هذه الطاولة ببطء عبر فتحة (منبع اشعة) x في وسط الجهاز ليتم تثبيت أنبوب أشعة ضمن حلقة (الجانتري) والتي تسمح له بالدوران حول الفتحة التي يتوضع ضمنها المريض ، كما يدعم الحلقة مجموعة من كواشف أشعة (x) التي توضع مقابل أنبوب الأشعة، ويقوم المحرك بتحريك الحلقة مما يؤدي لدوران أنبوب الأشعة ومجموعة الكواشف حول المريض، وكل دورة كاملة حول المريض تشكل شريحة عمودية ومن ثم يتم تحريك طاولة المريض من خلال لوحة التحكم نحو الداخل عبر الفتحة لكي نحصل على شريحة أخرى.

يتم بهذه الطريقة تسجيل عدة شرائح لأشعة (x) عبر المريض من خلال حركة لولبية.

يحدد الحاسوب عن طريق الكواشف شدة أشعة (x) التي تعبر كل نوع من الأنسجة وبعد مرور المريض عبر الجهاز واكتمال المسح يتم جمع المعلومات وتشكيل صورة تفصيلية للجسم وغالباً لا تكون المنطقة المراد مسحها بالتصوير كبيرة.

التصوير الطبقي المحوري هو طريقة تصوير تستخدم الأشعة السينية لبناء صورة مقطعية (شرائح للجسم) ويتم إعادة بناء المقاطع العرضية من قياسات معاملات التوهين لحزم الأشعة السينية التي تمر عبر حجم الجسم المدروس.



التصوير بواسطة الطبقي المحوري.

ما هي الأشعة السينية؟

- **الأشعة السينية** هي عبارة عن حزمة من الطاقة الكهرومغناطيسية (الفوتون)التي تنشأ من السحابة الالكترونية للذرة، يحدث هذا عموماً بسبب تغيرات الطاقة في الالكترون والتي تنتقل من مستوى الطاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل، مما يتسبب في إطلاق الطاقة الزائدة للأشعة السينية بسرعة نفس سرعة الضوء في اتجاه مستقيم ولا يمكن رؤيتها بحيث تحول لون فلم الأشعة عند ملامستها له للون الأسود.
- تشبه الأشعة السينية أشعة غاما، ولكن الاختلاف الرئيسي هو طريقة انتاجها حيث يتم إنتاج الأشعة السينية بواسطة الالكترونات خارج النواة.
- تقليدياً كانت الأشعة السينية أطوال موجية أطول وأشعة أقل من أشعة غاما أما الآن مع طرق إنتاج الأشعة السينية الحديثة التي تعتمد على استخدام حجيرة زجاجية مخلاة من الهواء بدرجة كبيرة لأن الهواء يؤثر على إنتاج الأشعة السينية، ويوجد بداخل هذه الحجيرة مصعد ومهبط حيث المصعد عبارة عن قطعة من المعدن تتحمل درجة حرارة عالية ولذلك تستخدم سلك من التنغستين، أما المهبط هو عبارة عن سلك من نوعية خاصة (مدفع الكتروني)عند اصطدام هذه الإلكترونات مع المصعد تفقد طاقتها وتظهر أشعة سينية.

منبع الأشعة السينية

- يتم إصدار الأشعة السينية من خلال أنبوب الأشعة السينية الذي يحول الإلكترونات المتحركة (الكهرباء) إلى فوتون ذات الخصائص النشطة (الطول الموجي والسعة للأشعة السينية).
- يتكون أنبوب الأشعة السينية من مجموعة الكاثود ومجموعة آنود والدوار وكلها موجودة في غلاف الأنبوب وتشكل معاً بنية تسمى إدراج الأنبوب،
- يتم تفريغ جميع ذرات الغاز في الفراغ داخل غلاف الأنبوب، مما يشكل فراغاً عادة ما يتم توفير أنابيب الأشعة السينية الخاصة لجهاز المسح المقطعي المحوسب بقدرة كهربائية تبلغ 20-60 كيلو وات.
- يطرد خيوط الكاثود لأنبوب الأشعة السينية الإلكترونات التي يتم توصيلها إليه من خلال عملية تسمى الانبعاث الحراري، إن التيار في مولد الأشعة السينية الذي يمر عبر الفتيل الالكترونات فتتسارع الإلكترونات المنبعثة بفرق الجهد أي بفرق الشحنة بين الكاثود والآنود باتجاه الآنود، وكلما زاد الجهد المطبق على هذه العملية (غالبا ً ما بين 80 إلى 140 كيلوفولت) زاد المصدر تسريع الالكترونات، عندما تصطدم الإلكترونات بالنقطة البؤرية في الآنود فإنها تولد إشعاعاً كهرومغناطيسياً له طاقة الأشعة السينية **عبر طريقتين**:

1

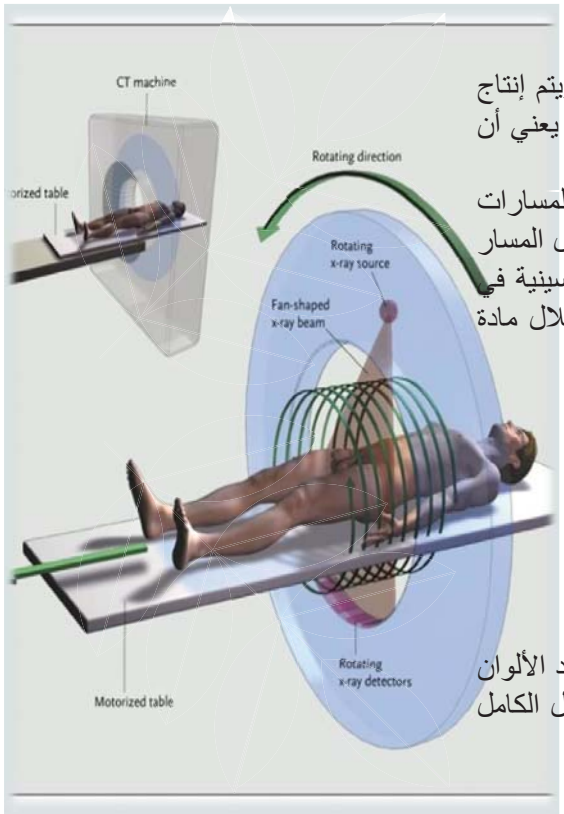
الأشعة السينية المميزة: تحدث عندما يضرب الكترون حر معجل نواة ذرة الهدف ويخرج أحد الالكترونات الغلاف الداخلي للذرة والذي يهرب من الذرة كفوتون.

2

الكبح: تحدث عندما يمر الكترون حر متسارع عبر الذرة المستهدفة وينحرف مساره بفعل الجسيمات دون الذرية القريبة مما يؤدي إلى فقد طاقته الحركية كدالة للقانون الأول للديناميكا الحرارية، يتم الحفاظ على الطاقة، ويتم اكتساب الطاقة الحركية التي فقدها الإلكترون الحر بواسطة جسيمات أخرى قريبة، مثل الكترون الغلاف الخارجي في ذرة الكاثود، يمكن بعد ذلك اصدار الكترون الغلاف الخارجي غير المحكم على هيئة فوتون له خصائص الطاقة)أي يسافر مع الطول الموجي والسعة(للأشعة السينية. يمكن تغيير حجم التركيز البؤري وفقاً لدقة الصورة المطلوبة،
بشكل عام كلما كان الحجم البؤري أصغر زادت دقة الصورة، العملية الموصوفة في توليد الأشعة السينية تحول الطاقة الكهربائية إلى 99% حرارة وفوتونات و1% فقط لامتصاص هذه الكمية الكبيرة من الحرارة تحتوي المساحة بين غلاف وغطاء الأنبوب على زيت لتبريد المعدات وعزلها.

أنبوب الأشعة السينية

كيفية التصوير بواسطة الأشعة السينية



يبدأ التصوير بالأشعة السينية بحزمة من الالكترونات عالية الطاقة التي تصطدم بهدف معدني ويتم إنتاج الأشعة السبنية يحجب مرشح بالقرب من مصدر الأشعة السينية هذه الأشعة منخفضة الطاقة مما يعني أن الأشعة عالية الطاقة فقط تمر عبر المريض بالتجاه ورقة من فلم فوتوغرافي.
يتم توجيه الأشعة السينية إلى كائن في اتجاهات متعددة وقياس انخفاض الشدة على طول السلسلة للمسارات الخطية، يتم هذا الانخفاض بقانون بيير الذي يصف تقليل الكثافة كذلك لطاقة الأشعة السينية وطول المسار ومعامل التوهين للمادة ثم يتم استخدام خوارزمية مخصصة لإعادة بناء توزيع توهين الأشعة السينية في الحجم الذي يتم تصويره. إن أبسط شكل لقانون بيير لحزمة الأشعة السينية أحادية اللون من خلال مادة متجانسة هو:

$$I=IO \times \exp [-\mu. X]$$

حيث :

- Io هما شدة الأشعة السينية الأولية والنهائية
- μ هو معامل التوهين الخطي للمادة
- X طول مسار الأشعة السينية.

- إذا كان هناك مواد متعددة تصبح المعادلة:

$$I=IO \times \exp [\Sigma (-\mu i. Xi$$

- باستخدام مصدر أحادي اللون فإننا نعتمد على العلاقة السابقة أما إذا تم استخدام مصدر متعدد الألوان للأشعة السينية لمراعاة حقيقة أن معامل التوهين هو دالة قوية لطاقة الأشعة السينية فإن الحل الكامل يتطلب حل المعادلة على مدى طاقة الأشعة السينية للطيف المستخدم.

$$I=\int IO (E) \exp [\Sigma (-\mu i (E) Xi)] dE$$

ماذا يحدث للأشعة السينية عندما تدخل جسم الإنسان

- Absorption بعض الأشعة السينية تمتص في جسم المريض
- Penetration بعض الأشعة السينية تخترق المريض نحو مستقبل الأشعة
- Scatter بعض من الأشعة السينية يتبعثر

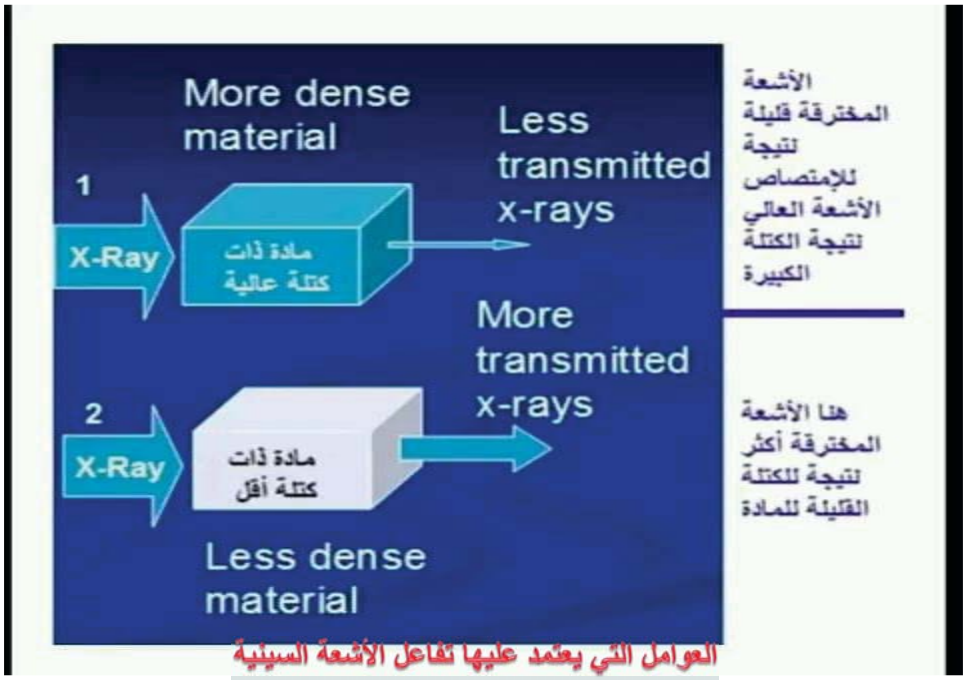
الأشعة التي تمتص في جسم المريض

- ✓ عندما تتفاعل الأشعة السينية مع جسم الإنسان أثناء التعرض للأشعة السينية فإنها تشكل صورة تعتمد بشكل كبير على نوع تفاعلات المادة والأشعة السينية تهيمن تفاعلات الأشعة السينية التشخيصية على تفاعلين فيزيائيين هما التأثير الكهروضوئي وتشتت كومبتون.
- ✓ يحدث التأثير الكهروضوئي عندما يتم نقل الطاقة الإجمالية لفوتون الأشعة السينية الوارد إلى الكترون داخلي مما يتسبب في طرد الالكترون أما في تشتت كومبتون يتفاعل الفوتون الوارد مع الكترون خارجي ويخرج الالكترون ويفقد جزءً من طاقته الخاصة وبعد ذلك ينحرف في اتجاه مختلف.
- ✓ بشكل عام بالنسبة للمواد الجيولوجية فإن التأثير الكهروضوئي هو آلية التوهين السائدة عند طاقات الأشعة السينية 100 – 150 المنخفضة من كيلو الكترون فولت تقريباً، وبعد ذلك يسود تشتت الكترون كومبتون.
- ✓ تكمن الأهمية العملية لهذا الانتقال في أن التأثر الكهروضوئي يتناسب مع العدد الذري A اوZ

- ❖ التشتت المتماسك هو أحد التفاعلات الثلاثية التي يمكن أن تحدث مع الأشعة السينية والجسم كما أن لها أسماء أخرى كالتشتت المرن أو نثر رايلي.
- ❖ يحدث الانتشار المتماسك عندما يدخل فوتون الأشعة السينية ويتفاعل مع السحابة الالكترونية ويخرج تتناثر الأشعة السينية بعد هذا التفاعل ولكن لها نفس الطاقة التي تتركها،
- ❖ إذا تخيلت كرة من الشريط المطاطي ورميتها على الحائط فإنها ستخرج نفس الطاقة التي رميتها بها تقريباً يحدث التشتت المتماسك فقط عند طاقات أقل من 10 كيلو فولت ولكن لكثير من أطياف الطاقة المستخدمة في التصوير التشخيصي لا يوجد عدد كبير جداً من الفوتونات أقل من10 كيلو فولت ولذلك فإن هذا التأثير أقل أهمية من تأثير كومبتون والتأثير الكهر طيسي للتصوير التشخيصي.

❖ يعتمد تفاعل الأشعة مع جسم الإنسان على عدة عوامل منها:

طاقة الأشعة السينية- السماكة- العدد الذري والكتلي.



العوامل التي يعتمد عليها تفاعل الأشعة السينية

- كلما ازدادت طاقة الأشعة السينية زادت قدرتها على الاختراق والعكس صحيح
- وأيضا كلما زاد العدد الذري للعنصر قلت قدرة الأشعة السينية على الاختراق وعندها يزيد الامتصاص والتبعثر
- وأيضا الكتلة والسماكة تحد د قدرة الأشعة على الاختراق فكلما قلت الأشعة السينية المخترقة. لهذا يستخدم الرصاص كدرع واقي للأشعة السينية لأنه ذا عدد ذري كبير.

كيفية تشكيل الصورة باستخدام الكاشف

يمتص كاشف الفوتون (ويسمى أيضاً الخلية الكهروضوئية)الفوتونات التي يولدها أنبوب الأشعة السينية الذي يمر عبر المريض ويحسبها.

يتكون الكاشف من طبقتين: طبقة وامضة وفوتون المد في وقت لاحق،

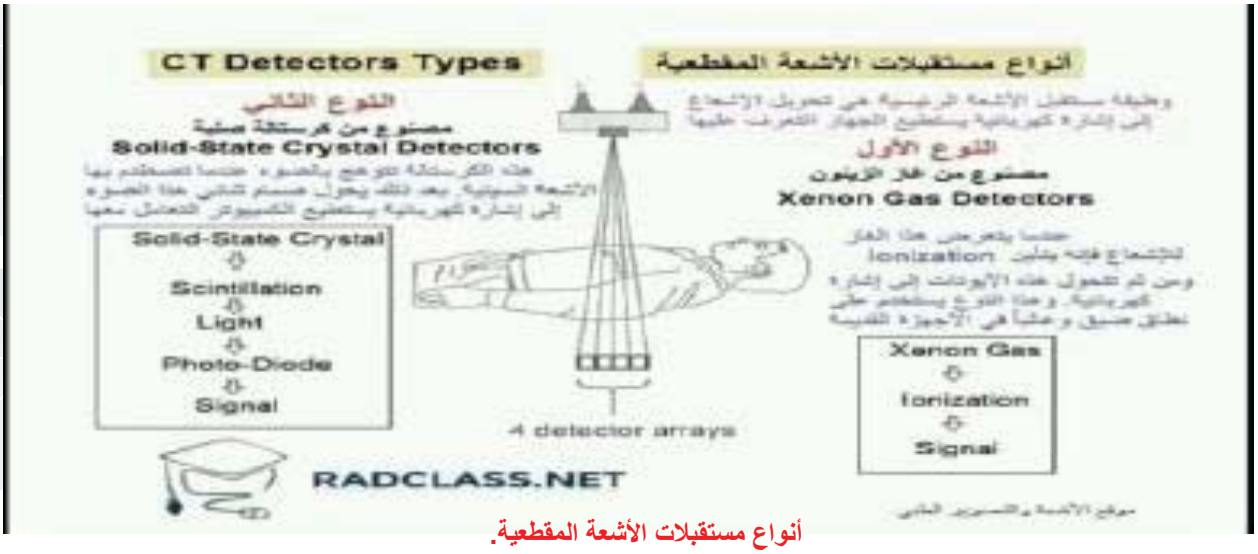
- تقوم الطبقة الوامضة بتحويل فوتونات الأشعة السينية الممتصة إلى فوتونات ضوئية بصرية
- تقوم طبقة المد الفوتوني بتحويل الفوتونات الضوئية إلى إشارات كهربائية.
- احتوت أجهزة التصوير المقطعي المحوسب من الجيل الأول على كاشفين فقط، مما يسمح بتوليد عرضين متزامنين أما في الماسحات الضوئية من الجيل الثاني تمت زيادة عدد أجهزة الكشف الثابتة إلى 30 كاشف مرتبة في صف واحد تغطي زاوية مروحة 10 درجات في حين الجيل الثالث العديد من الكاشفات الثابتة (حتى 900) مرتبة في صفوف متعددة (تسمى أجهزة الكشف متعددة الصفوف) بالمسح المتزامن لشرائح الأنسجة المتعددة في وقت واحد، مما يقلل من وقت المسح ويسمح بمزيد من الدقة وتحسين الكفاءة في استخدام طاقة أنبوب الأشعة السينية. تحتوي أجهزة التصوير المقطعي المحوسب من الجيل الرابع على ما يصل إلى 4500 جهاز كشف ثابت مرتبة في دائرة حول المريض.

إذاً كما رأينا سابقاً: إن وظيفة الكاشف الأساسية هي تحويل الإشعاع إلى إشارة كهربائية لكي يتعرف عليها كمبيوتر الأشعة المقطعية.

ويوجد نوعان من هذه المستقبلات أو الكواشف وهي:

النوع الأول: مصنوع من فاز الزينون الذي يتأين عند وصول الأشعة السينية عليه تتحول هذه الأيونات إلى تيار إشارة كهربائي يستطيع الجهاز قراءتها وتحليلها، ويستخدم هذا النوع على نطاق ضيق وغالباً في الأجهزة القديمة ومن عيوب مستقبلات الزينون هو حاجة هذا الغاز إلى أن يكون دائناً تحت الضغط.

النوع الثاني: فهو مصنوع منى كريستاله صلبة تتوهج بالضوء عند اصطدام الأشعة السينية بها، بعد ذلك يوجد صمام ثنائي يحول هذا الضوء إلى إشارة كهربائية يستطيع الكمبيوتر التعامل معها وهذا النوع هو الأكثر استخداماً في أجهزة الأشعة المقطعية.



أنواع مستقبلات الأشعة المقطعية.

القواعد الوقائية الواجب اتباعها تجاه المريض والفني الذي يستخدم الجهاز

تجاه المريض:

1. نزع بعض الملابس أو كلها وارتداء سربال المستشفى
2. مل الحزام والمجوهرات والنظارات الطبية إزالة الأجسام المعدنية
3. الإقلاع عن تناول الطعام أو الشراب لبضع ساعات قبل الفحص

تجاه الفني:

1. زيادة المسافة وتقليل الوقت عند مصدر الأشعة
2. ارتداء الملابس الوقائية مثل (مآزر الرصاص والقفازات والنظارات)

Thank you

Rahaf- Mais
Ahmad- Yazan

Project
2024/2025

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة طرطوس
كلية العلوم
قسم الفيزياء

مشروع بعنوان :

الكواشف الصلبة

اشراف الدكتورة : فاتن الاحمد

إعداد الطلاب:

حيدره بدر الدين مصطفى -اليسار محمود حسن
ولاء رفعت العجوز -محمد جعفر غانم

مقدمة عن الكواشف الصلبة

تتطلب جميع القياسات النووية (سواء في مختبرات البحوث أو محطات القوى النووية أو القياسات الخاصة بالوقاية من أخطار الأشعاع المؤين وغيرها) توفر أجهزة خاصة بالكشف عن الأنواع المختلفة من الاشعاعات النووية وتسجيلها ؛ وتعرف هذه الأجهزة بكواشف (مكاشيف) الاشعاعات .

يتوقف نوع الكاشف المستخدم على عده عوامل

١-نوع الجسيمات أو الاشعاعات المطلوب الكشف عنها
[جسيمات مشحونة ؛
الكترونات؛
أشعة سينية.....]

٢-طاقة هذه الاشعاعات
٣-شدة الاشعاعات
- أو كثافة تدفقها

٤-طبيعة المكان الذي سيوضع فيه الكاشف المعين

الكواشف الصلبة

١-المبدأ العام للكشف هو تشكيل شحنة كهربائية من عدد كبير من حاملات الشحنة (الالكترون ـ أيون موجب) تتناسب في معظم الأحيان مع طاقة الأشعاع الموزعة في الكاشف

٢-وإن استخدام مواد صلبة تقوم على المبدأ ذاته سيؤدي إلى زيادة عدد حاملات الشحنة كثيراً

٣-الأمر الذي سيؤدي إلى تحسين مواصفات جملة الكشف كثيراً. هذا إضافة إلى تصغير حجم الكاشف

تختلف الكواشف الاشعاعية في تصنيفها تبعاً للصفة الفيزيائية لمادة الكاشف وتقسم إلى :

١-كواشف صلبة
٢-كواشف سائلة
٣-كواشف غازية

وفي هذا المقال سنتحدث عن كواشف أشباه الموصلات والتي تعد نوعاً من الكواشف الصلبة

كواشف أشباه الموصلات

أشباه الموصلات هي مواد صلبة نقية مثل (الجرمانيوم ؛ السيليكون) ففي كواشف أشباه الموصلات تتشابه كثيراً مع عمل غرفة التأين ؛ ففي غرفة التأين تؤين الاشعاعات جزيئات الغاز مكونة بذلك أزواجاً الكترونية أيونية ؛ يتم تجميعها والحصول بالتالي على جهد بنبضة كهربائية ؛ إما في الكواشف المجهزة من أشباه الموصلات تؤين الأشعاعات ذرات المادة الصلبة شبه الموصلة مثل السليكون والجرمانيوم مكونة بذلك أزواجاً إلكترونية أيونية؛ يمكن تجميعها والحصول عليها
منها على شكل نبضة كهربائية تبلغ قيمة المتوسطة للطاقة اللازمة لتكوين لذلك فإن3 ev زوج إلكتروني ثقبي في مادة السيليكون جرمانيوم حوالي الشحنة المتكونة عن الجسيم النووي نفسه في السيليكون أو الجرمانيوم تبلغ تقريباً عشرة أضعاف الشحنة المتكونة في الهواء (حيث الشحنة المتكونة في الهواء $3ev$)

مما يؤدي بدوره إلى قدرة تحليلية فائقة للكواشف المجهزة بأشباه الموصلات بالتالي دقة تحديد طاقة جسيمات النووية ؛ مدى الجسيمات النووية في المواد الصلبة أقل بكثير منه في الفلزات فإنه يمكن استخدام كواشف من مواد صلبة بأعماق صغيرة ؛ ويؤدي هذا بدوره إلى صغر الزمن اللازم لتجميع الشحنات الكهربائية؛ وبالتالي قدرة تحليلية زمنية عالية بالنسبة لهذا النوع من الكواشف

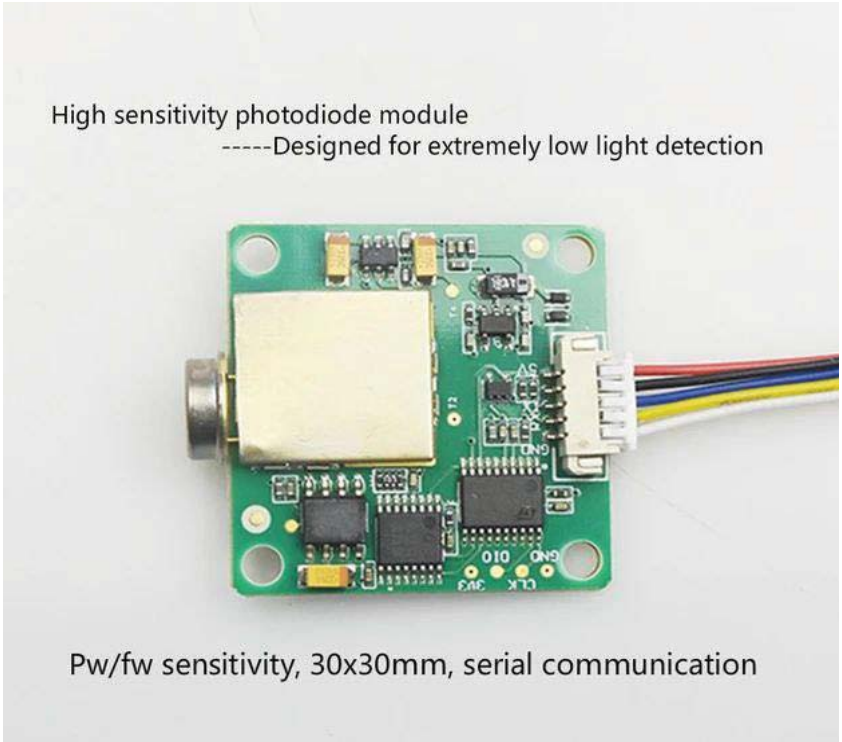
تقسم كواشف بنية الموصلة إلى :

١-ثنائي ملتقى ثقبي إلكتروني
٢-سيليكون
٣-الجرمانيوم ليثيوم
٤-جرمانيوم عالي النقاوة

كاشف السيليكون :

كاشف السيليكون عبارة عن ثنائي ملتقى ثقبي إلكتروني ويكون عرض المنطقة الإلكترونية أقل من ١ ميكرومتر حتى لا تفقد الأشعاعات الساقطة جزءاً كبيراً من طاقتها نظرتً لصغر عرض المادة الإلكترونية بحيث يكون تركيز الشوائب الخماسية فيها عالياً؛ إنما المادة الثقبية فيمكن أن تمتد بعمق يصل إلى عدة ميلليمترات ويمكن إيجاد عرض منطقة الملتقي عند تحييز الكاشف بجهد عكسي

- ويستخدم هذا النوع من الكواشف المجهز أساساً من مادة السيليكون للكشف عن الجسيمات المشحونة الثقيلة كالبروتونات وجسيمات ألفا ولا تستخدم مادة الجرمانيوم في هذا النوع من الكواشف لأن مقدار التيار العكسي الناتج من الحاملات الاقلية كبير وعند استعمال الجرمانيوم في تجهيز كل هذه الكواشف بين خفض حرارته ٧٧ كلفن (حتى لا تتكون عدد كبير من حاملات الشحنة الذاتية)

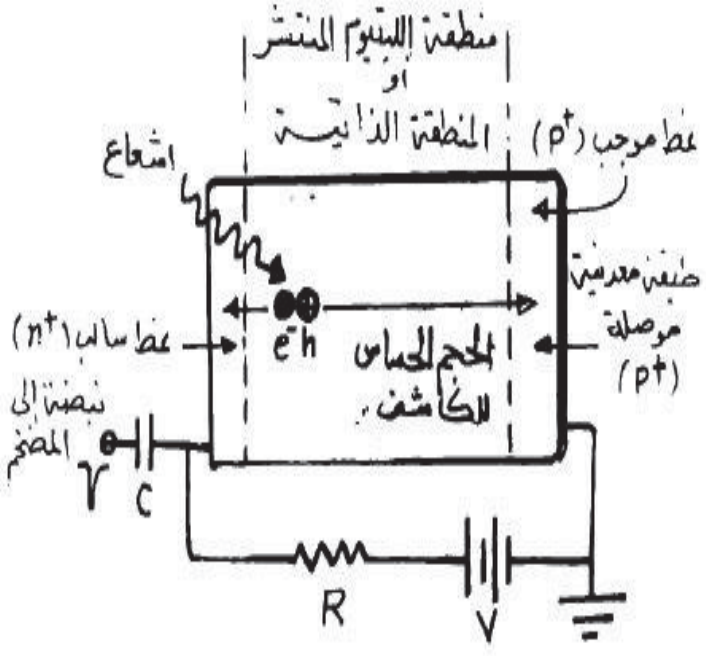


كواشف السيليكون

كاشف ليثيوم الجرمانيوم :

للكشف عن جسيمات بيتا و إشعاعات غاما فإنه يفضل استخدام مادة الجرمانيوم نظرا لكثافتها العالية و كبر عددها الذري ويجب أن يكون عرض المنطقة الحساسة منطقة الاستنفاد نسبياً حتى تووقف خلالها جسيمات بيتا أو الإلكترونات الناتجة عن الأثر الكهرضوئي لإشعاعات غاما.

وتدل الإشارة إلى أن زيادة حجم المنطقة الحساسة تؤدي الى زيادة التيار العكسي وحيث أن هذا التيار يعتمد أساساً على درجة حرارة المادة شبه الموصله فإنه يجب خفض قيمتها و ذلك بتبريد كاشف الجرمانيوم من درجات حرارة منخفضة حوالي ١٩٦ تحت الصفر .



تركيب كاشف وصلة موجب - ذاتي - سالب لليثيوم المنتشر في الجرمانيوم

أهم مزايا الكواشف شبه الموصلة :

١ - قدرة تحليلية فائقة حيث تصل القدرة التحليلية لكواشف الجرمانيوم ليثيوم إلى kev 1.7

- 2إمكانية تغيير عرض المنطقة الحساسة و ذلك بتغيير الجهد العكسي

٣ - صغر حجم الكاشف وسهولة التعامل معه

٤ - عدم الحساسية بالنسبة لتغير المجال المغناطيسي

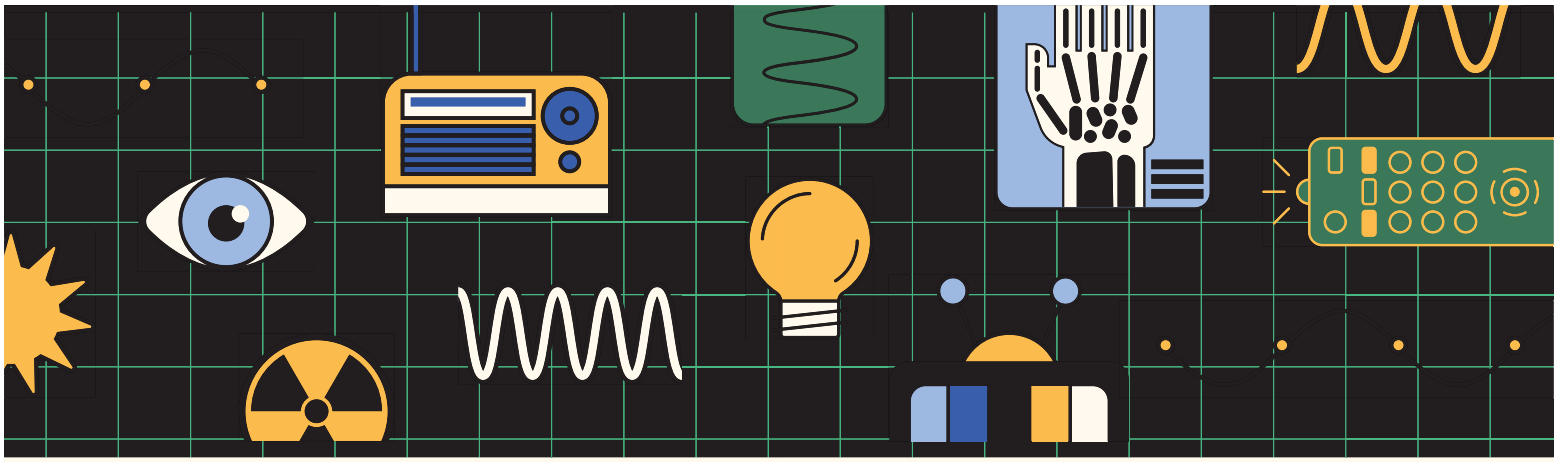
عيوب اشباه الموصلات

١. عدم القدرة على استخدامها للكشف عن الجسيمات ذات المدى الطويل أي عند الطاقات العالية.

٢. قصر عمر الكاشف نسبيا بسبب حدوث تغيرات في تركيب المادة وخاصة عند السطح ،وكذلك لحدوث تلف إشعاعي لها نتيجة تعرضها لإشعاعات كثيفة ، خاصة النيترونات.

٣. ضرورة التبريد وعدم إمكانية التشغيل عند درجات الحرارة مرتفعة.

٤. زيادة زمن النبضة بالنسبة للكواشف ذات الاحجام الكبيرة.



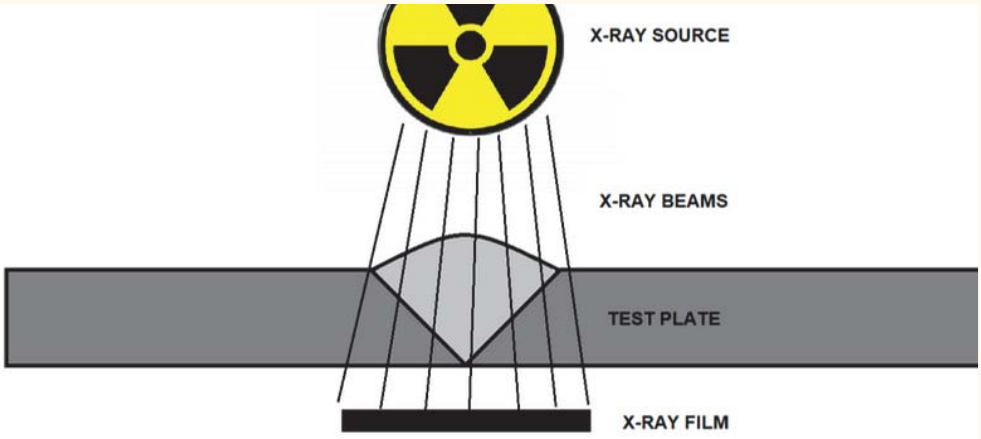
كشف عيوب اللحام في المواد المعدنية بواسطة الإختبار الشعاعي غير المدمر (NDT)

إعداد الطلاب:

- علي يوسف علي — جلنار أحمد حربا
- جنى شحادة محفوض — علي كمال البودي
- مقداد ماجد البودي — مجد ماهر الشغري
- محسن علي إبراهيم — علي محمد محمود

بإشراف الدكتورة :
فاتن الأحمد

- يعد اللحام عملية تصنيع حيوية تُستخدم في مختلف الصناعات، بما في ذلك البناء، والسيارات، والطيران.
- إن سلامة الوصلات الملحومة أمر بالغ الأهمية؛ حيث يمكن أن تؤدي العيوب مثل الشقوق، والتخلخل، والاندماج غير الكامل إلى ضعف كبير في هذه الوصلات، مما قد يؤدي إلى فشل هياكلها.
- إن الكشف الفعال والدقيق عن هذه العيوب أمر ضروري لضمان السلامة والموثوقية في الهياكل الملحومة.
- واحدة من أكثر تقنيات الفحص غير التدميري (NDT) فعالية المستخدمة لهذا الغرض هي فحص الأشعة السينية.



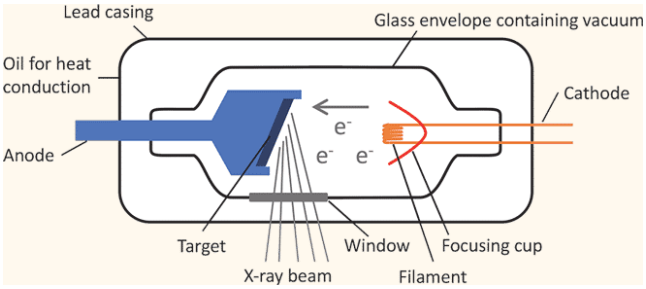
وهناك العديد من الاساليب الاخري في اختبارات NDT تشمل:

- التصوير الشعاعي النيوترون neutron radiography
- الانبعاثات الصوتية والحرارية acoustic emission
- اختبار الأشعة تحت الحمراء thermal and infrared testing
- سلالة الاستشعار عن بعد strain sensing
- تقنيات الميكروويف microwave techniques
- الاختبار للتسريب leak testing
- تصوير ثلاثي الأبعاد holography

- الأشعة السينية هي شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو طاقة عالية وأطوال موجية قصيرة، قادرة على اختراق مواد متنوعة، بما في ذلك المعادن. تكمن فائدة الأشعة السينية في فحص اللحامات في قدرة هذه المعادن على نقل الأشعة السينية.
- يستخدم كاشف عيوب اللحام، المعروف أيضًا بنظام فحص الأشعة السينية، هذه المبادئ لضمان سلامة اللحامات في التطبيقات الصناعية الحرجة مثل البناء، والطيران، وصيانة خطوط الأنابيب
- مزايا فحص الأشعة السينية :
- غير تدميري: على عكس طرق الاختبار الأخرى التي قد تغير أو تتلف المادة المختبرة، يسمح فحص الأشعة السينية بتقييم اللحامات دون المساس بسلامتها
- حساسية عالية: يمكن لتقنيات الأشعة السينية اكتشاف حتى العيوب الصغيرة التي قد تمر دون ملاحظة في الفحوصات البصرية أو طرق NDT الأخر
- تصوير مفصل: توفر الصور الناتجة عن فحص الأشعة السينية رؤية تفصيلية للهيكل الداخلي للحام، مما يسمح بإجراء تحليل شامل.

- **جهاز كشف عيوب اللحام**

- يتكون مولد الاشعة السينية من الانبوب - مولد الجهد العالي - وحده التحكم - نظام التبريد
- هو عبارة عن : توجيه تيار من الالكترونات عالية السرعة في اتجاه افقي الى المادة المستهدفة مثل التنغستن والتي لديها اعداد ذرية عالية وعندما تبطئ الالكترونات او تتوقف بواسطة التفاعل مع الجسيمات الذرية يتم توليد الاشعة السينية. وبالنظر الى الشكل التالي يتكون الانبوب من الكاثود والانود كما يلي:



- الكاثود cathode :

الكاثود القطب الموجب يتكون من عنصرين مهمين (الفتيل و الكأس البؤري) والتي تساهم بشكل مباشر في عمليه تسريع تيار الالكترونات

- الانود Anod :

كما هو واضح بالمثال اعلاه باللون الازرق الذي يعبر عن الانود (القطب السالب) يتكون من عنصر اسمه الهدف(Target)مهمته الاساسية استقبال الالكترونات القادمة ثم ضربها للاسفل بزاوية معينه لتخرج على شكل فوتون الاشعة السينية

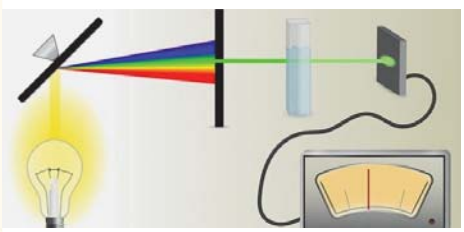
المعلمات الرئيسية التي تؤثر على نقل الأشعة السينية

1. سمك المادة: يتم تحديد امتصاص أشعة X من خلال المواد بناءً على كثافة المادة وسمكها. ستقوم المواد الأكثر سمكًا وكثافة بامتصاص المزيد من أشعة X، مما يؤدي إلى تقليل النقل وتقليل تباين الصور

© مثال: وجدت دراسة نُشرت في مجلة التقييم غير المدمر أن سمك الفولاذ يؤثر بشكل كبير على جودة صور الأشعة السينية المستخدمة لتقييم عيوب اللحام، مما يبرز الحاجة إلى ضبط أوقات التعرض بشكل صحيح بناءً على خصائص المادة (Smith et al., 2020

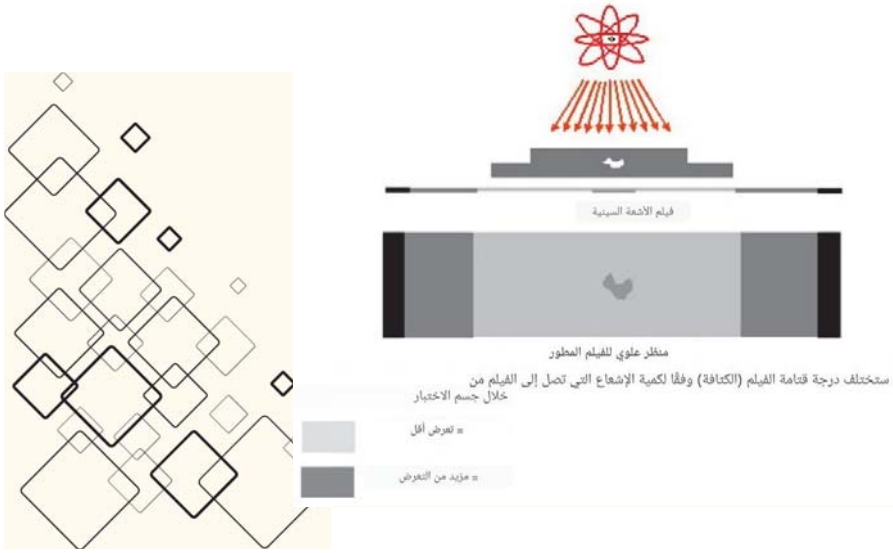
2. طاقة الأشعة السينية: تخترق أشعة X عالية الطاقة المواد بشكل أفضل من تلك ذات الطاقة المنخفضة. ومع ذلك، يمكن أن تؤدي الطاقة العالية جدًا إلى تقليل تباين الصور، مما يجعل من الصعب تحديد العيوب

3. جودة الإشعاع: يمكن استخدام أنواع مختلفة من الأشعة السينية، التي تشير إليها طيوفها الطاقية، بناءً على نوع المادة التي يتم فحصها. على سبيل المثال، تعتبر الأشعة السينية الأكثر صلابة مفضلة للمعادن الثقيلة.



- وفقًا لقانون بير-لامبرت، فإن شدة إشعاع الأشعة السينية تتناقص بشكل أسي عند مرورها عبر مادة ما. تعتمد درجة التوهين على كثافة المادة وطاقة الأشعة السينية.
- عندما تواجه الأشعة السينية عيبًا مثل شق أو مسامية، ستختلف التفاعلات وامتصاص الفوتونات مقارنةً بالمعدن غير المتأثر، مما يؤدي إلى اختلافات في شدة الأشعة السينية.

- عندما يتم استخدام احد المصادر المشعة مثل اجهزة أشعة X أو معدات (CS-137 ، Co 60 ، IR-192) يتم وضع الجزء المراد تصويره بين مصدر الإشعاع و الفيلم الحساس ، ويتم تمرير الاشعاع عبر الجزء المراد تصويره الى الفيلم الحساس او جهاز الاستشعار ، وتعترض الاشعة (تضعفها) المواد الاكثر سمكا والأكثر كثافة ثم تبدء الاشعة في تشكيل الصورة الشعاعية للمادة ، على الفيلم او الشاشة
- وتعبر المناطق المظلمة عن الكثافة density وتختلف كثافة الظلام بالاختلاف مع كمية الإشعاع التي تم تمريرها عبر المادة إلى الفيلم او جهاز الاستشعار ، حيث تشير المناطق الداكنة Dark الى انها تلقت مزيد من التعرض الاشعاعي، والمناطق الخفيفة تشير الى تلقيها نسبة أقل من التعرض الاشعاعي كما هو موضح بالشكل الاتي:

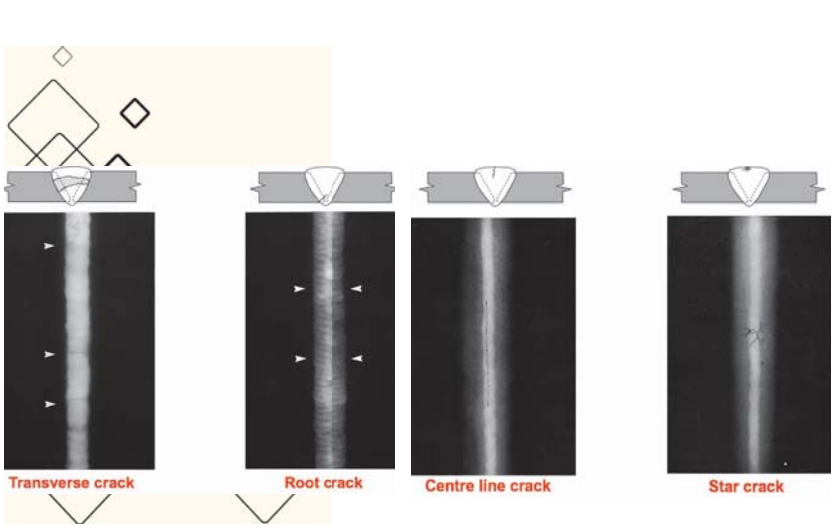


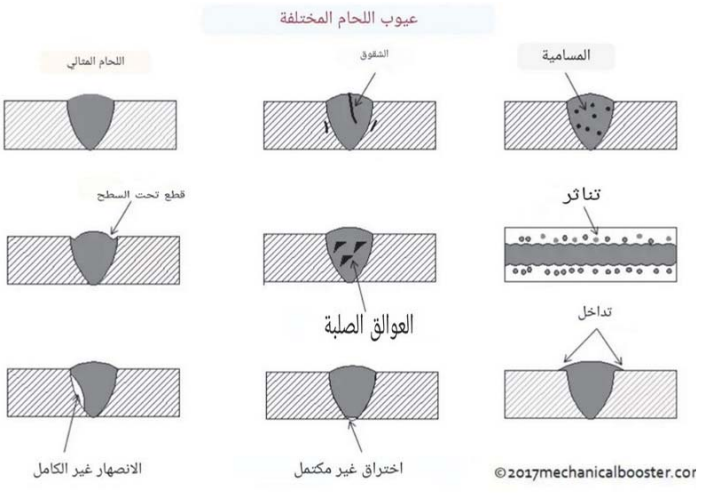
- يمكنك ملاحظة الاختلاف في كثافة الظلام ومن حيث المبدأ ، فإن تفسير هذه الكثافة يمكن استخدامها في تحديد سمك جدار المادة او تكوين المواد نفسها او الكشف عن العيوب و الثغرات او نسبة التآكل والصدأ الموجودة بالمادة نفسها او الكسور والتشققات او الامراض الموجودة في عظم الانسان

- يمكن أن تحدث عيوب اللحام لأسباب متنوعة، بما في ذلك ضعف الحرفية، التحضير غير الكافي، وعدم تناسق المواد. تشمل العيوب الشائعة:

1. الشقوق: كسور موجودة في معدن اللحام أو في منطقة التأثير الحراري.
2. التخلخل: جيوب غازية صغيرة محاصرة في معدن اللحام
3. الشوائب: مواد غير معدنية أو ملوثات محاصرة في اللحام
4. نقص الاندماج: مناطق حيث لم يندمج اللحام بشكل صحيح مع المادة الأساسي
5. نقص أو زيادة في المادة: عدم انتظام في هندسة اللحام

- هذه أهم العيوب التي يمكن الكشف عنها وبالتأكيد هنالك المزيد من العيوب التي يمكن الكشف عنها .



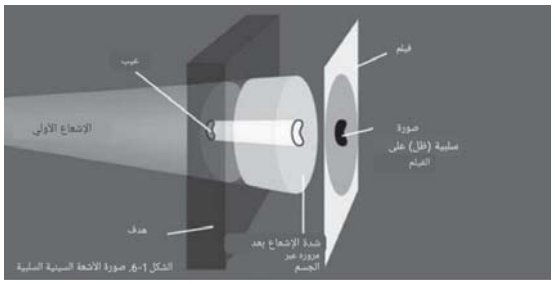


- لرؤية الأشعة السينية التي مرت عبر اللحام وتفاعلت مع الكاشف، نستخدم عادةً طريقة تعتمد على الفيلم، على الرغم من أن الأنظمة الرقمية أصبحت شائعة بشكل متزايد.

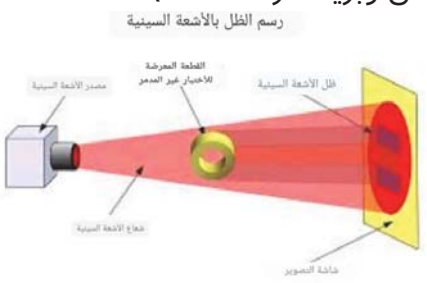
- تتكون أفلام الأشعة السينية من مستحلب حساس للضوء. عند التعرض للأشعة السينية، تحدث تغيرات كيميائية في المستحلب. (المناطق التي تتعرض لمزيد من الأشعة السينية (عبر مواد أقل كثافة أو عيوب) ستظهر أغمق على الفيلم المطور، بينما ستظهر المناطق الأكثر كثافة أفتح).
- بعد التعرض يخضع الفيلم لعملية تطوير، تتضمن عادةً :

• التطوير: يحول بلورات هاليد الفضة المعرضة إلى فضة معدنية، مكونًا الصورة
• حمام التوقف والتثبيت: يوقف عملية التطوير ويزيل البلورات غير المطورة، مما يضمن ثبات الصورة .

- أظهرت التحليلات الإحصائية من دراسات متنوعة، مثل تلك التي تم عرضها في مجلة التقييم غير المدمر،
- أن فيلم الأشعة السينية يوفر وسيلة موثوقة لاكتشاف العيوب، حيث تصل حساسيته غالبًا إلى أكثر من 80%، اعتمادًا على إعدادات التعرض ومهارة المشغل (دونكان وبريتشارد، 2013).



الشكل 1-6. صورة الأشعة السينية السلبية



- **مزايا الاختبار بالتصوير بالاشعة:**

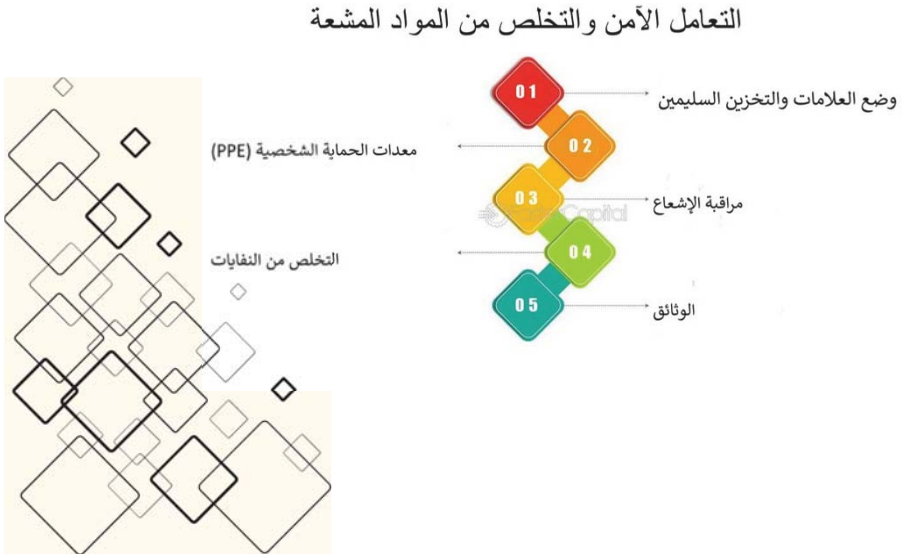
1. يمكنه الكشف عن جميع حالات العيوب الداخلية والسطحية للمواد
2. يمكنه الكشف عن الاختلاف في تكوين المادة وسمك جدار المواد
3. يمكن للاشعاع الوصول الي ابعد الاماكن الداخلية والغير مرئية
4. المراجعات في الحصول علي صوره شعاعية دائمة في السجلات (وهو من اهم المزايا)

لديه عدد قليل من تجهيزات المعدات
قابلية الحصول علي مصادر مشعة دون استخدام اي نوع من انواع الطاقة

عيوب استخدام التصوير الشعاعي:

5. المخاطر الناتجة عن استخدام الاشعاع للمشغلين و المصورين وعموم الافراد المجاورين بمنطقة الفحص.
6. يتطلب درجة عالية جدا من المهارات والخبرات لقرآة الافلام وتفسيرها
7. يعتبر التصوير الصناعي بطيئ جدا عند اظهار النتائج مقارنة باختبارات NDT الاخري
8. تكاليف المعدات باهظة الثمن وخصوصا اجهزة مصادر (الاشعة السينية X-ray)
9. حساسية الاتجاهات بالنسبة لحجم العيب الحقيقي
10. لا توجد اشارة لتحديد المسافة الخاصة بعمق العيوب (مثال وجود العيب بعد ١٠ مم من السطح)
11. يتطلب الحصول صورة اشعاعية علي جميع الاوجه والاتجاهات

- تعتبر تقنية الأشعة السينية آداة لا تقدر بثمن لفحص اللحامات بطريقة غير مدمرة، حيث تستند فعاليتها إلى الفيزياء الأساسية لتفاعلات الأشعة السينية مع المادة.
- إن فهم كيفية انتقال الأشعة السينية عبر المواد وكيفية عرضها على الفيلم أمر بالغ الأهمية لضمان ممارسات هندسية آمنة وموثوقة. مع تقدم التكنولوجيا، يحمل دمج التصوير الرقمي والكشف المدعوم بالكمبيوتر وعدًا كبيرًا في تعزيز دقة وكفاءة فحص اللحامات.



أهم المراجع العلمية :

• دونكان، د.، وبريتشارد، د. (2013). التطورات في تصوير الأشعة السينية للاختبار غير المدمر. مجلة التقييم غير المدم

• جاهان، م. س.، وريفي، ر. و. (2015). ضمان جودة اللحام في محطات الطاقة النووية. أداء المواد

• سميث، ر.، دو، ت.، وبراون، أ. (2018). الكشف عن عيوب اللحام في تطبيقات الطيران. مجلة هندسة الطيران

• توي كروس، ر. وآخرون. (2009). مقدمة في الفيزياء الإشعاعي

مكتبة

مكتبة A TO Z

فرع 1
تجمع الكليات(كلية العلوم)

فرع 2
الكورنيش الشرقي جانب MTN

طباعة محاضرات ـ قرطاسية

Mob:0931 497 960