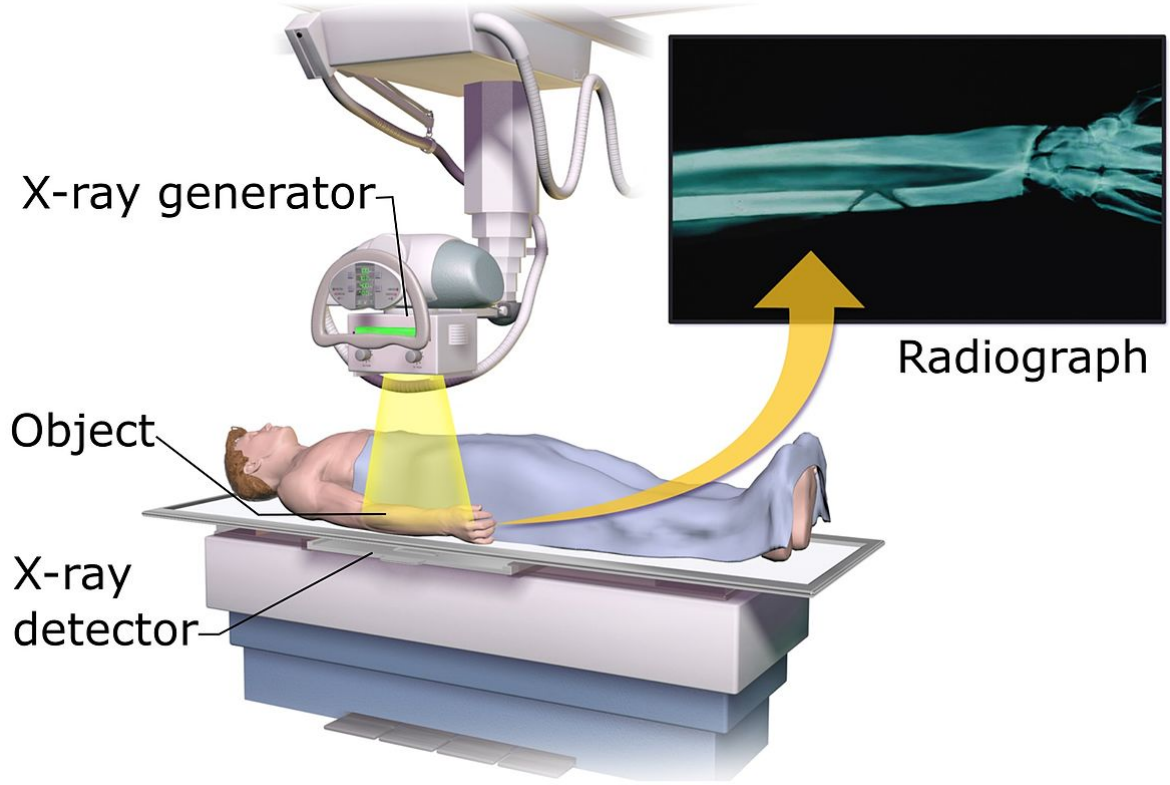
Lec 3

جهاز الأشعة السينية

Projectional radiography



للحصول على صورة بأي نوع من أجهزة الكشف عن الصور ، يتم وضع جزء المريض المراد تصويره بالأشعة السينية بين مصدر الأشعة السينية ومستقبل الصورة لإنتاج ظل للهيكل الداخلي لذلك الجزء المعين من الجسم. يتم حجب الأشعة السينية جزئيًا ("الموهنة") بواسطة الأنسجة الكثيفة مثل العظام ، وتمر بسهولة أكبر عبر الأنسجة الرخوة. تصبح المناطق التي تصطدم فيها الأشعة السينية أغمق عند تطورها ، مما يجعل العظام تبدو أفتح من الأنسجة الرخوة المحيطة.

يمكن تناول مركبات التباين المحتوية على الباريوم أو اليود ، وهي مادة ظليلة للأشعة ، في الجهاز الهضمي (الباريوم) أو حقنها في الشريان أو الأوردة لإبراز هذه الأوعية. تحتوي مركبات التباين على عناصر مرقمة ذرية عالية (مثل العظام) والتي تحجب الأشعة السينية بشكل أساسي وبالتالي يمكن رؤية

العضو أو الوعاء المجوف مرة واحدة بسهولة أكبر. في السعي وراء مواد تباين غير سامة ، تم تقييم العديد من أنواع العناصر ذات العدد الذري العالي. لسوء الحظ ، ثبت أن بعض العناصر المختارة ضارة - على سبيل المثال ، تم استخدام الثوريوم مرة واحدة كوسيط تباين - (Thorotrast) التي تبين أنها سامة ، تسبب في ارتفاع معدلات الإصابة بالسرطان بعد عقود من استخدامها. تحسنت مادة التباين الحديثة ، وعلى الرغم من عدم وجود طريقة لتحديد من قد يكون لديه حساسية تجاه التباين ، فإن معدل حدوث تفاعلات الحساسية الخطيرة منخفض

يتألف جهاز الأشعة النقال من عدة أجزاء وهي:

- **أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء Vaccum Glass:**

توجد بداخله جميع أجزاء أنبوبة الأشعة الداخلية الأخرى ويمنع من وجود أي هواء داخل أنبوبة الأشعة فهذا سيؤثر على إنتاج الأشعة السينية.

- **المهبط او الكاثود Cathode**

وظيفته هو إنتاج الإلكترونات التي سيتحول جزء منها لاحقاً إلى أشعة سينية. الكاثود هو سالب الشحنة. يتكون الكاثود من جزئين رئيسيين: الأول هو الفتيلة filament. عندما يتعرض الكاثود إلى فرق جهد تسخن الفتيلة وتولد الإلكترونات وتنطلق بسرعة عالية نحو الأنود. وفرق الجهد هو الطاقة الازمة لجعل الإلكترونات تتحرك من القطب السالب إلى القطب الموجب.

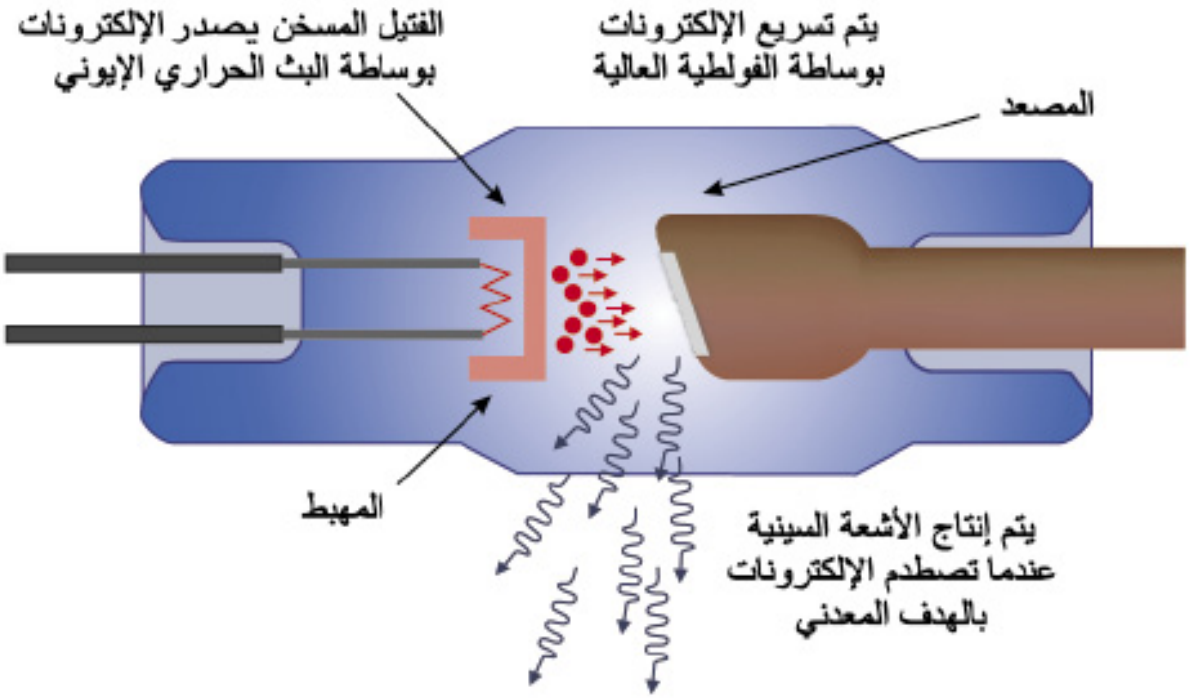
عادة يكون فرق الجهد في الأشعة التشخيصية مابين 20 إلى 150 كيلوفولت kv. وكلما زاد فرق الجهد زادت كمية الإلكترونات المنبعثة م الفتيلة. الجزء الثاني هو الموجه focusing cup ودوره فقط توجيه الإلكترونات نحو الأنود.

- **المصعد او الأنود Anode**

هذا هو الجزء الذي ينتج الأشعة السينية. وهو يتكون من مادة التنجستن Tungsten. تصطدم الإلكترونات القادمة من الكاثود بمعدن التنجستن في الأنود مما يولد الأشعة السينية. الأنود هو موجب الشحنة. ويتكون الأنود من جزأين: الأول كما ذكرنا سابقاً هو التنجستن. وظيفة التنجستن هو تحويل الإلكترونات القادمة بسرعة عالية جداً من الكاثود إلى أشعة سينية.

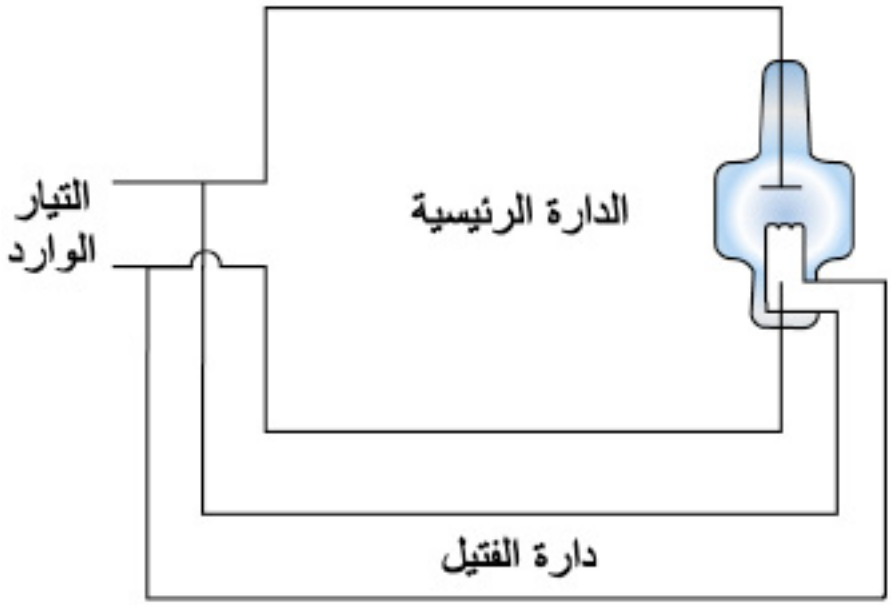
لكن كيف يتم ذلك؟ الإلكترونات القادمة من الكاثود تتوجه نحو التنجستن بسرعة عالية وهذه طاقة حركية Kinetic Energy. عندما تصطدم بالتنجستن يحدث توقف مفاجئ للإلكترونات وتتحول الطاقة الحركية إلى نوعين آخرين من الطاقة هما أشعة سينية وطاقة حرارية. تقريباً 2% من الطاقة الحركية تتحول إلى أشعة سينية و 98% تتحول لطاقة حرارية.

وهذا تطبيق لقانون حفظ الطاقة الذي درسناه في الثانوية: "الطاقة لاتفنى ولاتستحدث من العدم ولكن تتحول من شكل إلى آخر". الجزء الثاني من أجزاء الأنود هو القاعدة النحاسية Copper Base ولديه القدرة على إمتصاص الطاقة الحرارية من التنجستن.



الشكل (1): مكونات أنبوب توليد الأشعة السينية (رونتغن) ذي المصعد الثابت.

ب- مولد الطاقة: وهو الجزء المخصص لتعديل الجهد، وتقويم التيار لكي يصبح ملائماً لتطبيقه على كل من مصعد ومهبط أنبوب الأشعة. ويتألف من دارتين (الشكل 2)، الأولى هي دارة الفتيل تقوم بمهمة تزويد فتيل أنبوب الأشعة بالتيار المناسب لرفع درجة حرارته إلى درجة مناسبة ومن ثَمَّ إثارة الإلكترونات. وبزيادة هذا التيار يزداد عدد الإلكترونات المهاجرة من الفتيل (المهبط) باتجاه المصعد، وهذا من شأنه زيادة كمية الأشعة. أما الدائرة الثانية فهي الدائرة الرئيسية والخاصة بالمصعد، ومهمتها رفع جهد المصعد بشكل يمكنه من تلقف الإلكترونات الواردة إليه بطاقة عالية، وهذا ما يؤدي إلى إعطائها قدرة حركية كبيرة تسمح لها باختراق المواد. وكلما زاد الجهد (الكمون) المطبَّق على المصعد، زادت قدرة الأشعة السينية على الاختراق.

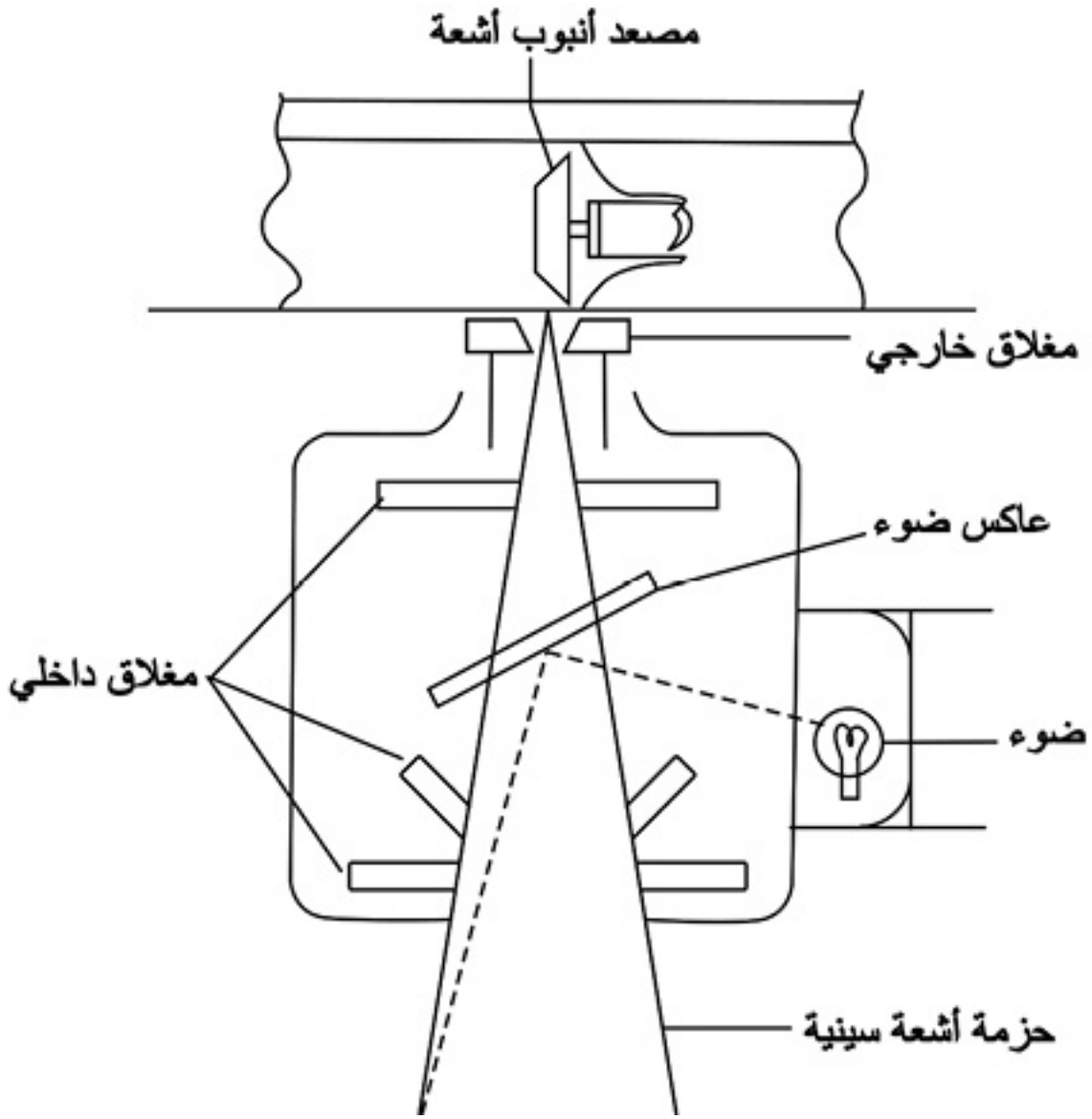


الشكل (2): مخطط بسيط لدائرتي الفتيل والدائرة الرئيسية

يعمل الأنبوب فقط على جانبي القمة الموجبة للموجة الحبيبية في حين تتوقف بعدها، ويؤدي هذا التأرجح إلى اختلاف الطيف الترددي للأشعة السينية المتولدة، مما يؤثر سلباً في الصورة الناتجة. لذا طُوِّرت مولِّدات الطاقة بحسب تعقيد تصميمها وأدائها، وبحيث تعتمد بتسميتها على نوعية التغذية التي تتلقاها من منبع أحادي الطور أو ثلاثي الطور، وكذلك بحسب عدد النبضات التي يستطيع المولد إنتاجها خلال دورة كاملة. وكلما زاد عدد النبضات (أي اقترب من شكل التيار المستمر) في هذه الدورة كان خرج أنبوب الأشعة مستقراً. وقد توصلت الأبحاث إلى ما يُعرف بالمولِّدات العالية التردد، وفيها يكون مولد الطاقة قادراً على إنتاج موجة تيار مستمر بتزويده بالتيار المتناوب.

ج- المسدِّد collimator: وهو الجزء الذي يقوم بعملين؛ أولهما منع مرور الأشعة الطرية (soft X-ray) التي تُعدّ ضارة ولا تفيد في التشخيص، وثانيهما: التأكد من ورود الأشعة إلى المكان المراد تصويره بتشغيل مصدر ضوئي (الشكل 3) ينعكس على مرآة، ساقطٍ على المنطقة المراد تصويرها، وهذا ما يعطي المستخدم انطباعاً عن المساحة التي ستسقط عليها الأشعة السينية. ويمكن تعديل هذه المساحة بتعديل الزاوية والمساحة بين المغاليق

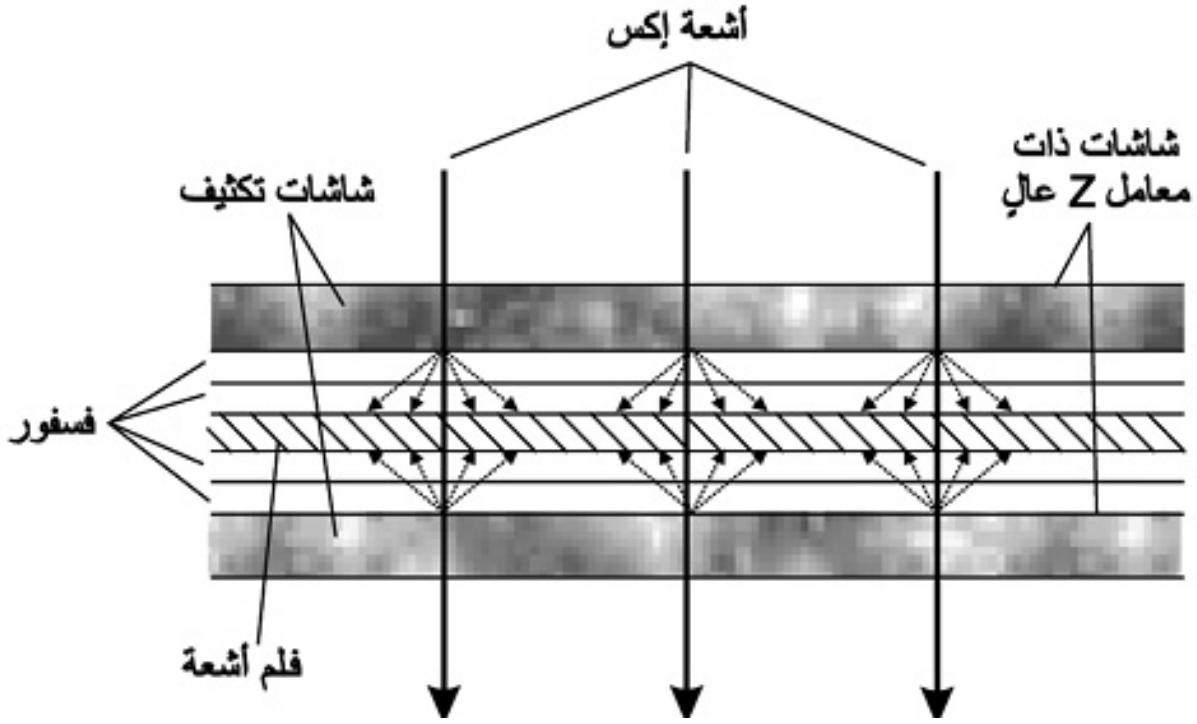
الداخلية shutters internal. وحين يرغب الطبيب في القيام بالتصوير تدور المرآة خارجة عن حقل مرور الأشعة.



الشكل (3): يبين بنية المسدد المستخدم في أجهزة التصوير الشعاعي النقال.

ح- مستقبِل الصورة أو الكاشف (الفلم الشعاعي): يتألف كاشف الأشعة X (الشكل 4) من بضع طبقات: طبقة مركزية من بروميد الفضة silver bromide وطبقتان فوق هذه الطبقة وتحتها من الفسفور، يليها من الخارج طبقات فسفورية مما يسمى شاشة تكثيف intensifying screen، وهي مصنوعة من تنغستات الكلسيوم calcium tungstate . يؤدي سقوط أشعة X على شاشات التكثيف إلى زيادة كثافة الأشعة الساقطة،

وبدورها تنتقل إلى الطبقة الفسفورية، مما يؤدي إلى تألقها وتحولها إلى ضوء مرئي يقع على طبقة الفلم الحساس.



الشكل (4): بنية الفلم المستخدم في التصوير الشعاعي السيني

مادة التباين Contrast Media

في صورة اشعة اكس لجسم المريض لا يظهر اية أثار للأوعية الدموية أو للأعضاء العضوية مثل الكبد او المعدة أو الأمعاء، ولإظهار اية من تلك الأعضاء في صورة اشعة اكس بغرض تشخيص مرض ما فإن أخصائي اشعة امس يحقن جسم المريض بمادة تباين contrast media مثل مادة الباريم barium.

تتكون مادة التباين هذه من سائل يمتص اشعة اكس بكفاءة اعلى من الانسجة المحيطة به فعند حقن المريض بالباريم السائل في الوريد تصبح الأوعية الدموية قادرة على امتصاص اشعة اكس مما ينتج عنه صورة للاوعية الدموية على فيلم

اشعة اكس. ويسمى التصوير بحقن المريض بمادة التباين بالفلوروسكوبي fluoroscopy.

يعتبر الفلوروسكوبي من التقنيات التي تستخدم اشعة اكس لتصوير تدفق مادة التباين خلال الجسم عبر فترات زمنية محددة فيتم حقن المريض بمادة التباين ومن ثم يتم تعريض المريض لجرعات من اشعة اكس على فترات زمنية متقطعة لرصد تدفق المادة وانسيابها خلال جسم المريض الصورة على شاشة فوسفورية تظهر مراحل انسياب مادة التباين خلال الجسم والطبيب يقرر الصورة التي يريد التقاطها عند فترات زمنية محددة للتشخيص فيما بعد

هل اشعة اكس ضارة لنا؟

بالرغم من الفوائد الجمة التي وفرتها اشعة اكس في مساعدة الطبيب على تشخيص المريض واكتشاف كسور العظام دون الحاجة الى عمليات جراحية إلا أن اشعة اكس من الممكن ان تكون ضارة.

ففي اول استخدام اشعة اكس تعرض المريض والطبيب لجرعة زيادة من اشعة اكس التي سببت اعراض مرضية مثل التي تسببها العناصر المشعة على الجلد. والسبب في ذلك يعود إلى ان اشعة اكس هي في حد ذاتها اشعة متأينة ionization radiation. فعندما يصطدم الضوء العادي بالذرة فلا يحدث تاغيير يذكر على الذرة ولكن في حالة اشعة اكس تصطدم بالذرة فإنها تعمل على تحرير الكترونات الذرة وتحولها إلى أيون موجب وتقوم الالكترونات المتحررة بتحويل المذيد من الذرات المجاورة إلى ايونات بالتصادم معها.

الايونات اجسام مشحونه كهربياً وليست متعادلة مثل الذرات مما يسبب تفاعلات كيميائية غير طبيعية داخل الخلايا الحية ومن الممكن ايضا أن يحدث خلل في سلاسل حمض الـ DNA. حدوث خلل في الـ DNA قد يسبب موت لتلك الخلية

مما يسبب الكثير من الأمراض الغير متوقعة أو ان تتحول الخلية الحية اذا لم تمت إلى خلايا سراطانية تنتشر في جسم الانسان لا سمح الله.

أي انه بالرغم من فوائد اشعة اكس فإن التعرض الأكثر من اللازم للاشعة له من الأثار التي لايحمد عقباها.

وبالرغم من كل ذلك تبى اجهزة اشعة اكس الاجهزة الاكثر امنا بين الخيارات المطروحة امام الطبيب لاستخدامها وان جهاز اشعة اكس لا غنى عنه في المستشفيات ويعتبر من اهم انجازات التقنية العلمية عبر العصور.

•