

Training Course on Radiation Protection for the Radiation Control Officers (RCOs) of Diagnostic X-ray Installations,

Bangladesh Atomic Energy Regulatory Authority, Dhaka-1207

TL 3: X-ray Generating Equipment and Its General Safety

উদ্দেশ্য

এক্স-রে উৎপন্নের কৌশল/প্রযুক্তি বিষয়ে ধারণা এবং
মেশিনের সাধারণ সুরক্ষা বিষয়ে পরিচিত হওয়া।

বিষয়বস্তু

- এক্স-রে উৎপনের প্রযুক্তি
- এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রপাতি
- এক্স-রে টিউবের উপাদান সমূহ
- এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রপাতির বিকিরণ সুরক্ষার প্রয়োজনীয়তা
 - এ্যান্টি-স্ক্যাটার গ্রীড
 - কলিমেটর
 - এক্স-রে বীম ফিলট্রেশন
- লিকেজ (Leakage) বিকিরণ
- বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক সুরক্ষা

এক্স-রে

অধ্যাপক রঞ্জন ১৮৯৫ সালে এক্স-রে আবিষ্কারের পর এটি রোগ নির্ণয়ের একটি শক্তিশালী হাতিয়ারে পরিণত হয়েছে।

- অদৃশ্যমান, আয়নায়নকারী বিকিরণ।
- আলো অপেক্ষা এটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ছোট (কম্পাংক বেশী)।
- উচ্চ ভেদন ক্ষমতা সম্পন্ন তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ।

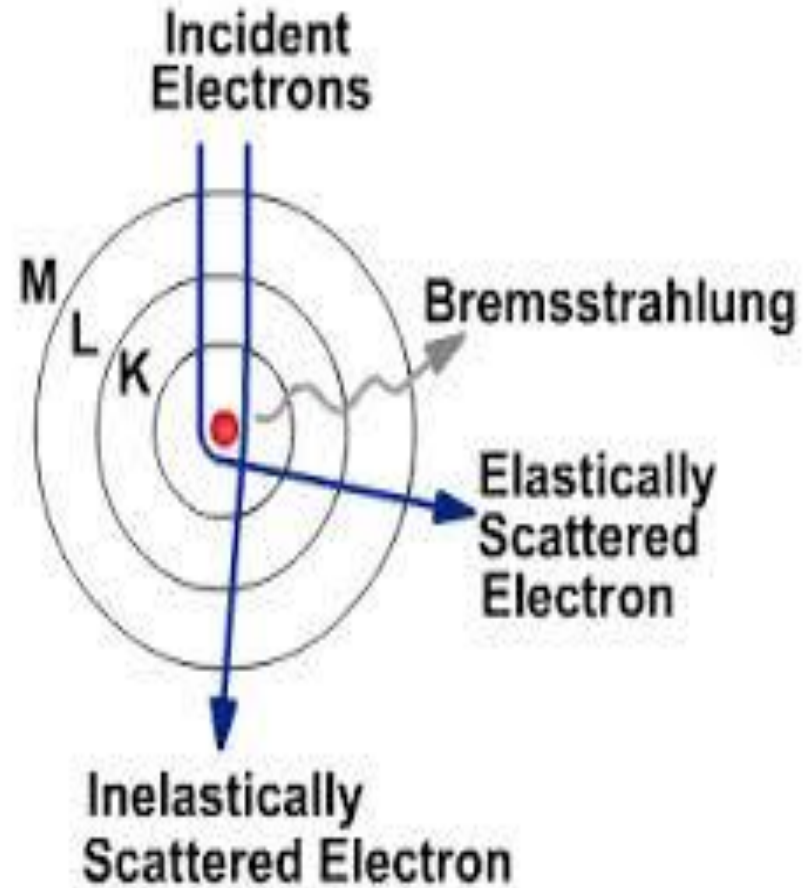
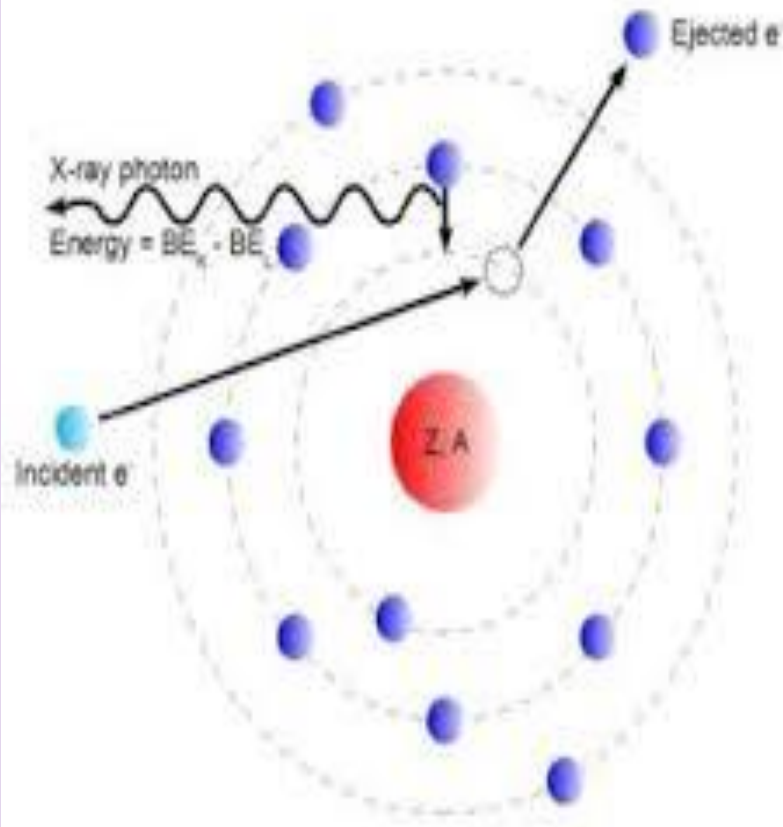
এক্স-রে উৎপনের প্রযুক্তি

দু'টি নীতির উপর ভিত্তি করে এক্স-রে উৎপন্ন হয়:

- যখন একটি শূন্য ডিসচার্জ টিউবে (discharge tube) উচ্চ মাত্রার বৈদ্যুতিক বিভব প্রয়োগ করা হয়, তখন ত্বরান্বিত ইলেকট্রন লক্ষ্যভুক্ত অণুর উচ্চতরশক্তি সম্পন্ন সেলের (shell) চক্রাকারে আবর্তিত ইলেকট্রনকে স্থানচ্যুত করে নিম্নতর শক্তিভুক্ত স্লে (shell) অপসারিত করে তখন এক্স-রে রশ্মি সৃষ্টি হয়ে থাকে। যা বৈশিষ্ট্যমূলক এক্স-রে (Characteristic X-ray) নামে পরিচিত।
- কোন ছুটন্ত ইলেকট্রনকে কোন পদার্থের মধ্যে গতি কমাতে যে শক্তি বিকীর্ণ হয়, তাকে অবিচ্ছিন্ন এক্স-রে বা ব্রেমসস্ট্রালুং (Bremsstrahlung X-ray) বলা হয়।

বৈশিষ্ট্যমূলক এক্স-রে (Characteristic X-ray) এবং ব্রেমসস্ট্রালুং (Bremsstrahlung X-ray)

Characteristic X-rays



এক্স-রে শক্তি (Energy)

এক্স-রের কম্পনমাত্রা (frequency) প্রতি সেকেন্ডে প্রায় 10^{18} হার্টজ (hertz)। রোগ নির্ণয়ে যে এক্স-রে ব্যবহৃত হয় তা বৈদ্যুতিকচাপ (voltage) এবং যন্ত্রের নক্সা ভেদে ৪০-১২০ হাজার ইলেকট্রন ভোল্ট (keV) শক্তিসম্পন্ন।

এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রপাতি

এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রের প্রধান অংশ হচ্ছে -

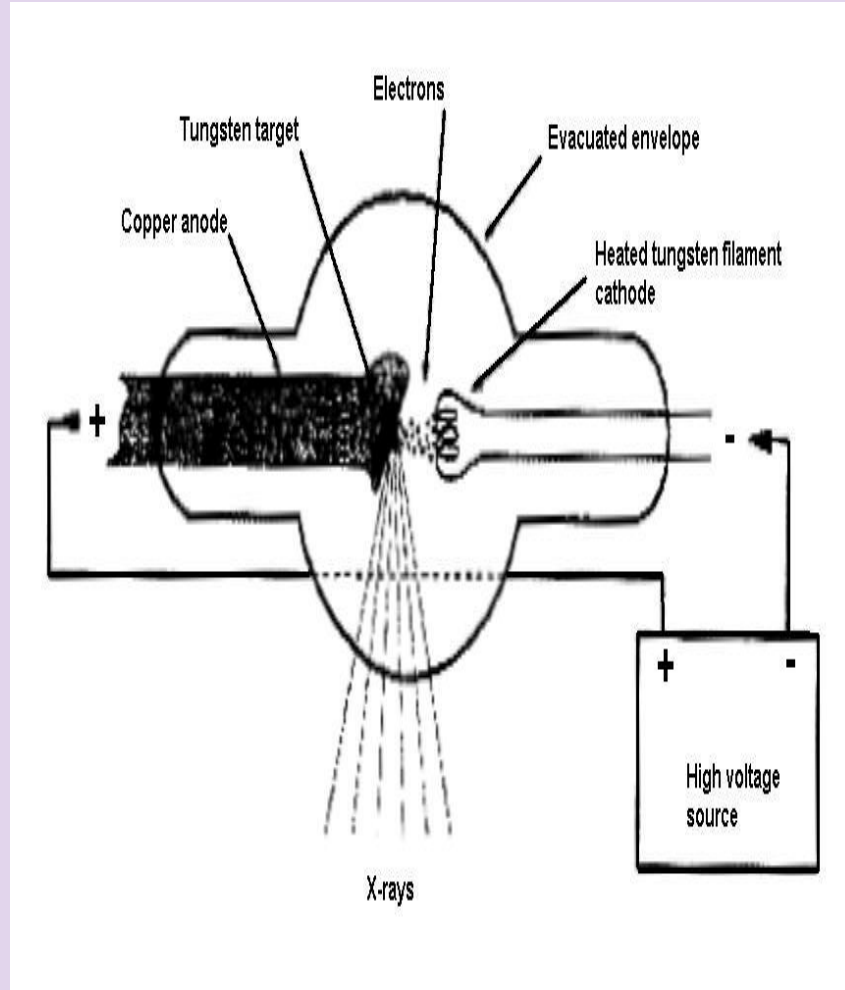
- এক্স-রে টিউব
- এক্স-রে জেনারেটর এবং
- কন্ট্রোল প্যানেলের একটি সেট



এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রপাতি

- এক্স-রে টিউব একটি সম্পূর্ণ বায়ুশূন্য কাঁচ নির্মিত আধার যাতে দুটি ইলেক্ট্রোড (electrod) থাকে।
- একটি বৈদ্যুতিক বাত্বের মতো টিউবের ক্যাথোডে একটি ফিলামেন্ট থাকে। এই ফিলামেন্টটি যখন উত্তপ্ত হয় তখন ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়ে মেঘের সৃষ্টি করে।
- এনোডটি তামার মত পর্দাখ যা তাপ সুপরিবাহী এমন পদার্থ দিয়ে তৈরি। এনোডের শেষ দিকে একটি ভিন্ন পদার্থ যা সাধারণত টাংস্টেন। এটি ইলেকট্রনের লক্ষ্য বস্তু।
- এক্স-রে টিউবের তড়িৎ প্রবাহকে মিলি এম্পিয়ারে প্রকাশ করা হয়ে থাকে যা ফিলামেন্টের তড়িৎ প্রবাহ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়ে থাকে। নিঃসৃত এক্স-রের পরিমাণ সরাসরি মিলি এম্পিয়ারের উপর নির্ভরশীল।

একটি এক্স-রে টিউবের মূল গঠন



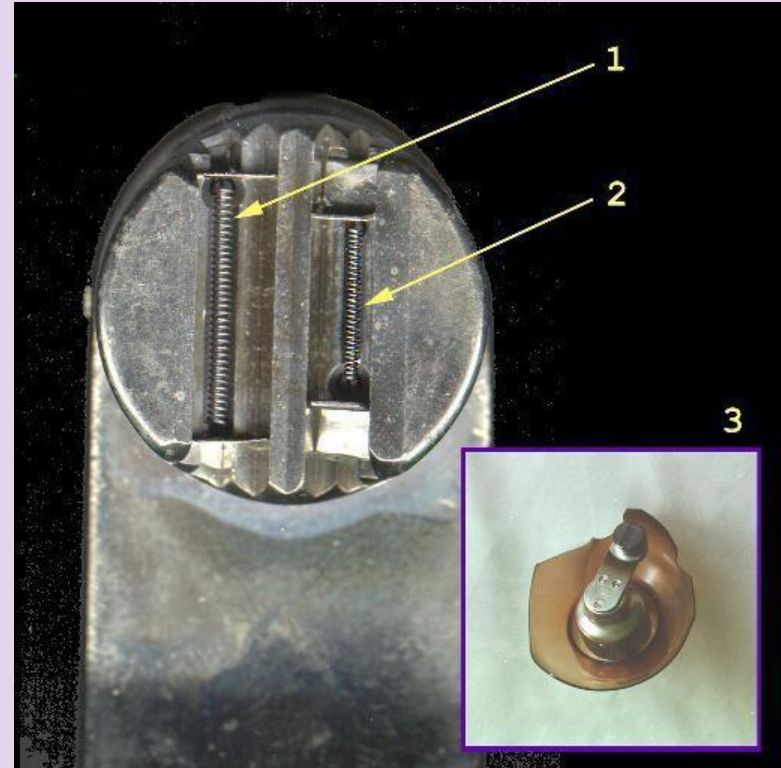
এক্স-রে টিউবের উপাদান সমূহ (X-ray tube components)

- ক্যাথোড (Cathode): উত্তপ্ত টাংষ্টেন ফিলামেন্ট ইলেকট্রনের উৎস হিসাবে কাজ করে এবং ইলেকট্রন প্রবাহকে এনোডের দিকে প্রেরণ করে।
- এনোড (Anode)(স্থির বা ঘূর্ণায়মান): ইলেকট্রন বীমের আঘাতের ফলে এক্স-রে নির্গত হয়।
- কাঁচনল (Tube envelope): একটি বায়ু শূন্য কাঁচ নির্মিত আধার।
- বর্ম পদার্থ (Shielding material): এক্স-রে টিউবের চারদিকে একটি শক্ত ধাতব খোলস থাকে। সেটা সীসা ও প্লাস্টিক অথবা সীসা ও পোরসেলিন দিয়ে তৈরী। এর নাম "টিউব হাউজিং"। এটা টিউব হতে লিকেজ বা scattered বিকিরণ শোষণ করে।

ক্যাথোড এসেম্বলী (Cathode Assembly)



1: mark of focal spot



1: long tungsten filament
2 : short tungsten filament
3 : real size cathode

এক্স-রে কন্ট্রোল প্যানেল (Control Panel)

কন্ট্রোল প্যানেলের সাহায্যে চালক সঠিকভাবে ভোল্টেজ (KV_p), কারেন্ট (mA) এবং এক্সপোজার টাইম নির্বাচন করতে পারেন।

- টাইমার (Timer): এটি সাধারণত: সেকেন্ডে ক্রমাংকন করা থাকে।
- কারেন্ট নব (Current Knob): এটি এক্স-রের তীব্রতা (intensity) বা গুণ (quantity) নিয়ন্ত্রণ করে।
- ভোল্টেজ নব (Voltage Knob): এটি এক্স-রের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (ভেদন ক্ষমতা) নিয়ন্ত্রণ করে।



এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রপাতির বিকিরণ সুরক্ষার প্রয়োজনীয়তা

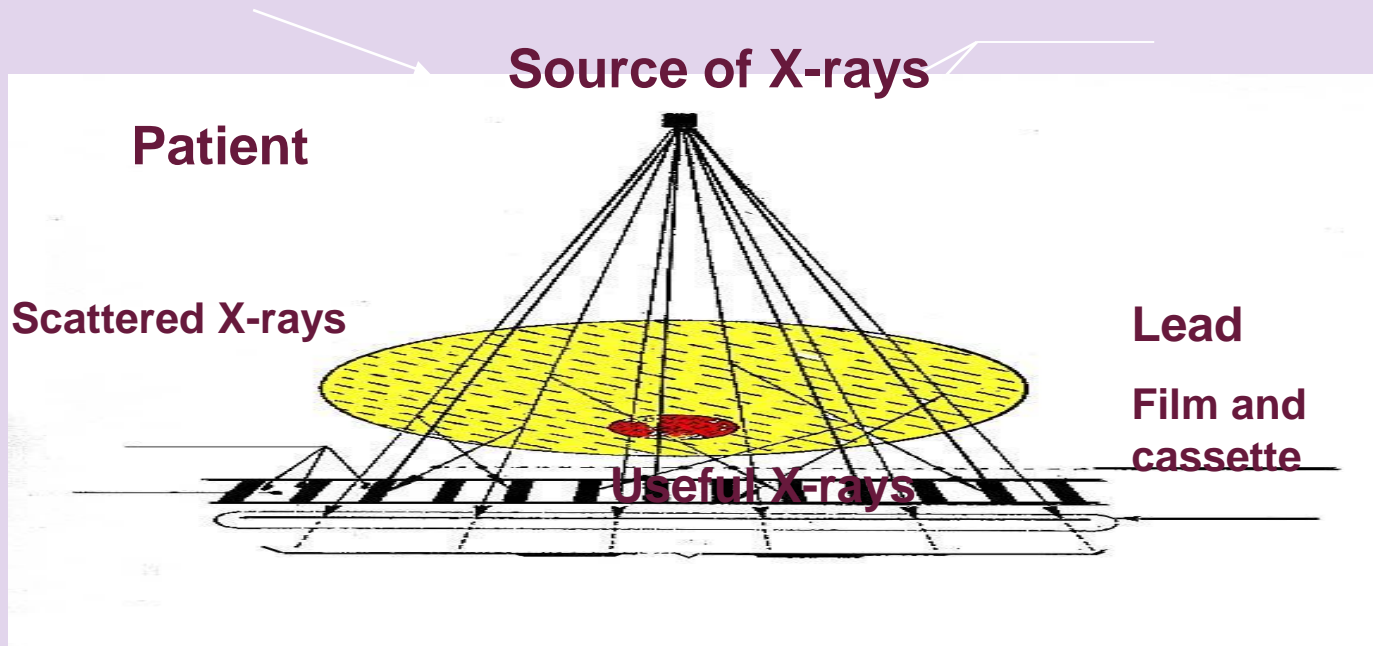
- অধিক গুণগতমান সম্পন্ন প্রতিচ্ছবি (Image) তৈরী করা ।
- প্রকর্মী, রোগী এবং জনসাধারণের উপর বিকিরণ জনিত
সম্ভাব্য ক্ষতিকর প্রভাব সীমিতকরণ করা ।

প্রতিফলিত (Reflected) এক্স-রে

- এক্স-রে মানব দেহ, ইটের তৈরি দেয়াল, কাঠের দরজা ইত্যাদির ভিতর দিয়ে সঞ্চারিত হতে পারে বা এসব থেকে প্রতিফলিত হতে পারে।
- যেহেতু মানব দেহ থেকে এক্স-রের প্রতিফলনের পরিমাণ রশ্মির ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভরশীল, সেহেতু রশ্মির আয়তনকে পরীক্ষার চাহিদা অনুযায়ী সর্বনিম্ন আকারে নিয়ন্ত্রিত করতে হবে। একে বলা হয় কলিমেশন (**Collimation**)।
- বীমকে নিয়ন্ত্রণ করে (সাধারণত বিকিরণ নিরোধক কলিমিটার এবং আয়তাকার বা গোলাকার ফিল্ডের মাধ্যমে) এক্স-রে পরীক্ষাকালে নিয়োজিত বিকিরণ কর্মীর প্রতিফলিত বিকিরণকে নিম্ন পর্যায়ে রাখা সম্ভব।
- সাধারণত এক্স-রে টিউবের সবচেয়ে কাছের রোগীর ক্ষেত্রে বিকিরণ সবচেয়ে বেশী প্রতিফলিত হয়ে থাকে।

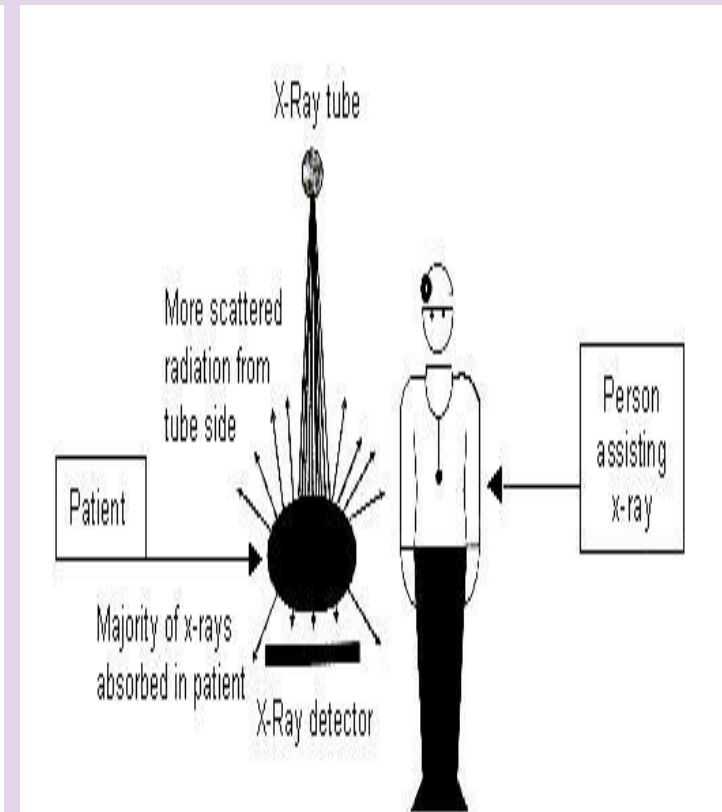
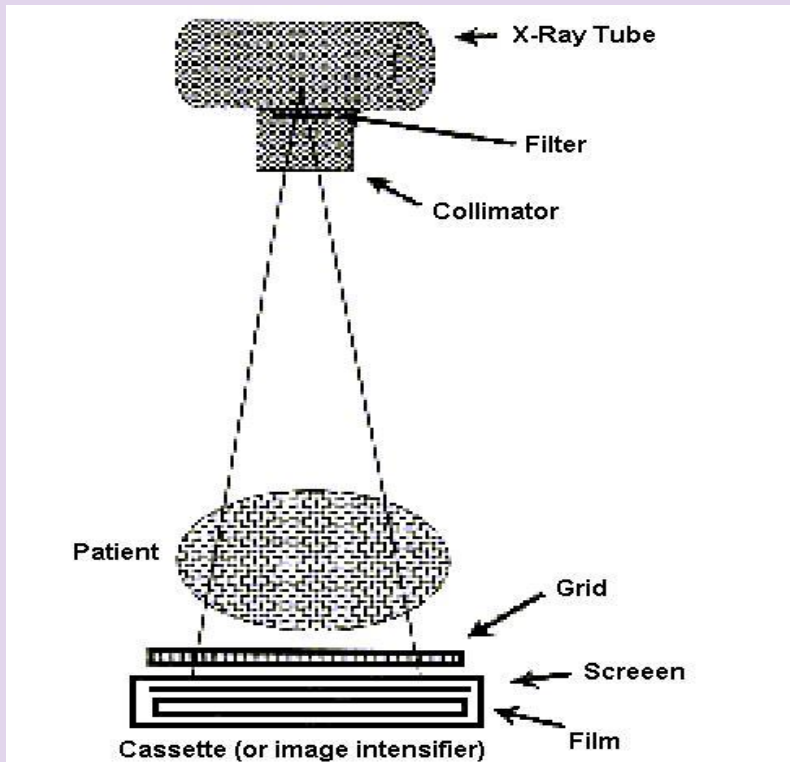
এ্যান্টি-স্ক্যাটার গ্রীড (Anti scatter grid)

বিচ্ছুরিত বিকরণ (scattered radiation) ডিটেক্টর পর্যন্ত পৌঁছায় না এবং রোগীর অপ্রয়োজনীয় বিকিরণ সম্পাত বৃদ্ধি করে। এটি প্রতিচ্ছবির গুণাগুণ ক্ষুন্ন করে। তাই সেটা অপসারণের জন্য রোগী এবং ফিল্মের মাঝখানে গ্রীড ব্যবহার করতে হয়। এতে রোগীর অপ্রয়োজনীয় সম্পাত হ্রাস করা যায় এবং একই সাথে এক্স-রে প্রতিচ্ছবির মানও বৃদ্ধি করা যায়।



কলিমেটরের সাহায্যে বীম সীমিতকরণ

- পরিবর্তনশীল কলিমেটরের সুবিধা হচ্ছে এটি দ্বারা প্রয়োজন অনুযায়ী রশ্মির ক্ষেত্রফল (**field size**) নির্ধারণ করা যায়।
- ফলে রোগীর শরীরের পরিষ্কাধীন অংশের ক্ষেত্রফল যথাযথভাবে নির্ধারণ করে রোগীর বিকিরণ সম্পাত প্রাপ্তি সীমিত করা সম্ভব।

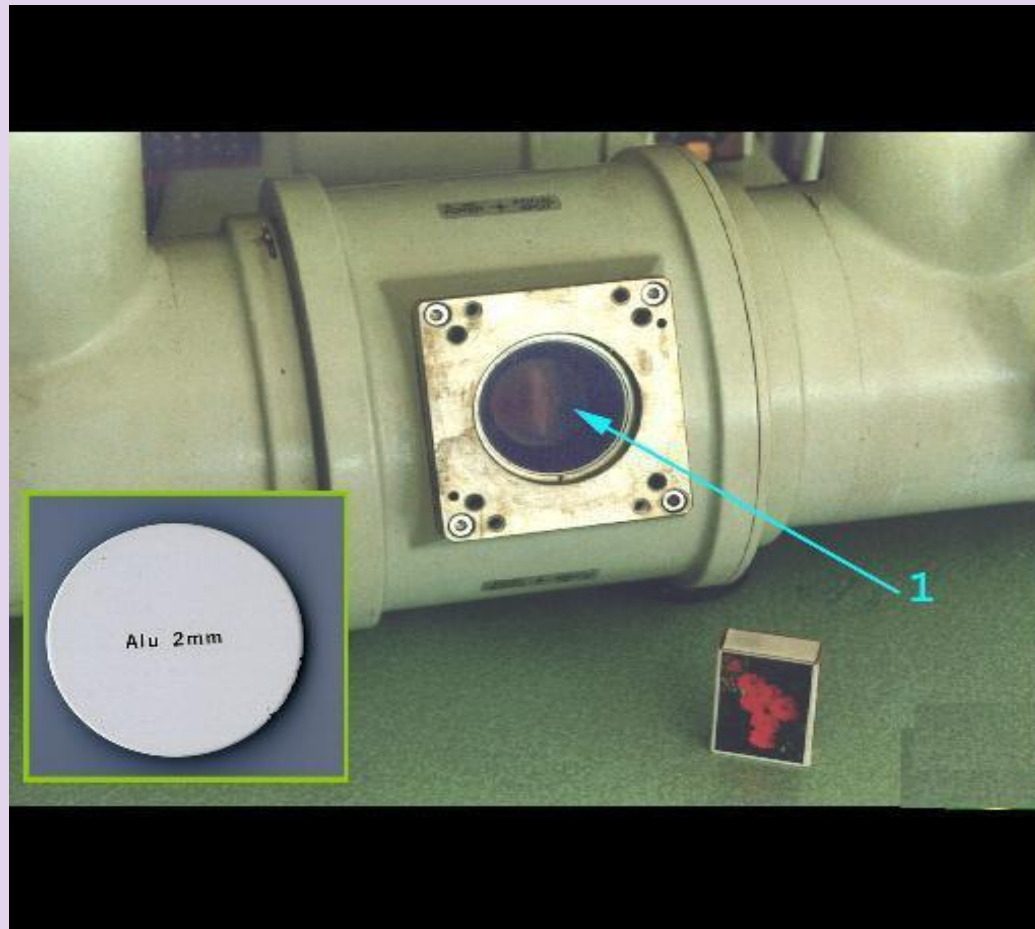


এক্স-রে বীম ফিল্ট্রেশন (Beam Filtration)

স্বল্পশক্তি সম্পন্ন অনাকাঙ্ক্ষিত এক্স-রে হতে মুক্তির জন্য এক্স-রে বীমের ছাকনী বা ফিল্টার ব্যবহার করা উচিত।

- **অন্তঃস্থায়ী ফিল্ট্রেশন (Inherent filtration) -** সর্বদা বিদ্যমান
 - প্রতিচ্ছবি (image) তৈরীতে ভূমিকাবিহীন নিম্ন শক্তির এক্স-রে বাদ দিয়ে রোগীর স্কীন ডোজ কমায়।
- **অতিরিক্ত ফিল্ট্রেশন (Additional filtration) -** অপসারণযোগ্য ফিল্টার
 - প্রতিচ্ছবির গুণগতমান ঠিক রেখে রোগীর স্কীন এবং পৃষ্ঠ কলার (superficial tissue) ডোজ কমায়।
- ◆ **মোট ফিল্ট্রেশন :** অন্তঃস্থায়ী + অতিরিক্ত ফিল্ট্রেশন।
- সাধারণ রোগ নির্ণয় কাজের জন্য ICRP এর সুপারিশ অনুযায়ী মোট ফিল্ট্রেশনের মান হচ্ছে ২.৫ মিলি মিটার এলুমিনিয়াম সমতুল্য (2.5 mm Al) যেখানে ১.৫ মিলি মিটার হচ্ছে স্থায়ী।

টিউব ফিলট্রেশন (Tube filtration)



এক্স-রে উৎপত্তিকারক যন্ত্রের জন্য সুনির্দিষ্ট সুপারিশমালা

লিকেজ (Leakage) - টিউবকে আঁধারের ভিতর এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যাতে টিউব হাউজিং হতে নির্গত বিকিরণ ফোকাল স্পট হতে ১ মিটার দূরে ঘন্টায় ১ মিলি গ্রে এর অধিক না হয় ।

নিয়ন্ত্রিত এলাকায় প্রাথমিক এক্স-রে বীমকে পর্দা অথবা কলিমেটর দ্বারা এমনভাবে সাজাতে হবে যাতে বিকিরণমান প্রতি ঘন্টায় ১.০ মিলি গ্রে মাত্রা অতিক্রান্ত না হয় ।

বীম সাইজ (Beam Size) - ফিল্ড সাইজের ব্যাস কখনো ৭.৫ সেমি এর বেশী হওয়া যাবে না । এক্ষেত্রে আদর্শ মাপ হচ্ছে ৬ সেমি ।

বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক সুরক্ষা

- যদিও যন্ত্র সংস্থাপনকালে এর ব্যবহার নিরাপদ হয়ে থাকে তবুও দীর্ঘদিন ব্যবহার জনিত কারণে অন্তর্নিহিত নিরাপত্তা বিষয়গুলো প্রাপ্ত হয়ে এক্স-রে যন্ত্রের কার্যকারিতা হ্রাস পেতে পারে।
- রক্ষণাবেক্ষণ কর্মসূচীতে বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক সিস্টেমের নিয়মিত পরীক্ষার ব্যবস্থা থাকতে হবে।
- এ ছাড়াও ভেঙ্গে যাওয়ার ক্ষেত্রে করণীয় বিষয়গুলোরও উল্লেখ থাকতে হবে। দেখা যাবে যে, কিছু কিছু পুরানো যন্ত্র যা এখনো ব্যবহার হচ্ছে সেগুলোর ব্রেক এবং বেয়ারিং ক্ষয়প্রাপ্ত বা টিলা হয়ে গেছে। এগুলো মোটামুটিভাবে গ্রহণযোগ্য প্রতিচ্ছবি দিতে পারে এবং পরিচালনকারী এবং রোগীর জন্য বিকিরণ ঝুঁকির কারণ নাও হতে পারে। তবে বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক বিচ্যুতির ফলে পরিচালনকারী বা রোগীর আহত হওয়ার ঝুঁকি থাকতে পারে।

বৈদ্যুতিক এবং যান্ত্রিক সুরক্ষা

- এক্স-রে যন্ত্রের টিউবের উপর প্রয়োগকারী উচ্চ বৈদ্যুতিক বিভব এবং তড়িৎ প্রবাহের কারণে বিশেষ দুর্ঘটনার সম্ভাবনা আছে বলে সংশ্লিষ্ট নিরাপত্তা অনুশীলন আবশ্যিক।
- আলোর বীম ডায়াফ্রাম সরানো বা প্রতিস্থাপন করা একটি সাধারণ রক্ষণাবেক্ষণ কাজ।
- এই কাজটি সম্পাদনকারী ব্যক্তি যদি অতিরিক্ত এলুমিনিয়াম ফিল্টারের গুরুত্ব অনুধাবন না করে এটি এভাবে রেখে যান, তাহলে অনেক রোগী অতিরিক্ত অপ্রয়োজনীয় বিকিরণ সম্প্রাপ্তের শিকার হতে পারেন।
- এক্স-রে রক্ষণাবেক্ষণ এবং মেরামতকারী ব্যক্তিকে অবশ্যই শিক্ষাগত এবং প্রশিক্ষণের দিক থেকে দক্ষ হতে হবে এবং এ বিষয়ে তাঁর স্বীকৃত প্রতিষ্ঠানের কাছ থেকে যোগ্যতার সনদ থাকতে হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ