Wellcome to my digital content as well as handout

S.M ANISUR RAHMAN
CHIEF INSTRUCTOR & HEAD ELECTROMEDICAL TECHNOLOGY
BARISHAL POLYTECHNIC INSTITUTE

SUBJECT NAME:MEDICAL PHYSICS &NUCLEAR INSTRUMENTS

SUB CODE:28674

মেডিক্যাল ফিজিক্স এর ধারণা

(The Concept of Medical Physics)

ভূমিকা (Introduction)

আধুনিক চিকিৎসা ব্যবস্থায় ইলেকট্রনিক প্রযুক্তির ব্যপক প্রয়োগ লক্ষ্য করা যায়। পরমানু বা নিউক্লিয়ার চিকিৎসা ব্যবস্থাসহ আধুনিক পদ্ধতিতে রোগ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে চিকিৎসাবিজ্ঞান আজ অনেক ক্ষেত্রেই ইলেকট্রনিকক্সের উপর নির্ভরশীল। রোগ নির্ণয়সহ চিকিৎসাবিজ্ঞানে ব্যবহৃত অধিকাংশ যন্ত্রপাতিতেই বর্তমানে ইলেকট্রনিকস প্রযুক্তি ব্যবহার হচ্ছে। বিজ্ঞানের যে শাখাতে চিকিৎসাবিজ্ঞানে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের ইনস্টুমেন্টের গঠন, কার্যাপ্রনালী, ব্যবহার এবং রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে মেডিক্যাল ফিজিক্স বলে।

মেডিক্যাল ফিজিক্স এর আওতায় রয়েছে হেলথ ফিজিক্স, রেডিয়েশন ডিটেকশন ও প্রটেকশন, রেডিয়েশনের প্রভাব ও ডোসিমেট্রি, নিউক্লিয়ার বায়োমেডিক্যাল ইনস্টুমেন্টেশন, প্রভৃতি।

১.১ হেলথ ফিজিক্স এর সংজ্ঞা (Definition of health physics) ঃ

স্বাস্থ্য বিজ্ঞানে পদার্থবিদ্যার প্রয়োগকে হেলথ ফিজিক্স বলে। হেলথ ফিজিক্সকে বহুল প্রচালিত অর্থে রেডিও লজিক্যাল হেলথ বলা হয় এবং এ বিষয়টি পরিবেশ বিজ্ঞানের অন্ড়ভূক্ত ধরা হয়, যা জনস্বাস্থ্যকে ক্ষতিকারক বিকিরন (জধফরধঃরড়হং) সহ অন্যান্য ক্ষতিকর প্রভাব থেকে মুক্ত রাখে। হেলথ ফিজিক্স-এর ভূমিকা হল জনস্বাস্থ্যের নিরাপত্তার জন্য বিভিন্ন কৌশলগত প্রক্রিয়ার উদ্ভাবন, এ সকল প্রক্রিয়াতে ব্যবহৃত যন্ত্রের নকশা প্রণয়ন, কার্যকর বিকিরণ উৎসের ব্যবস্থা করা, যাতে এ উৎসের বিকিরন দ্বারা অন্যান্য ক্ষতিকর বিকিরণের ক্রিয়াকে নষ্ট করা যায় অর্থাৎ ক্ষতিকারক বিকিরণের দ্বারা অন্যান্য ক্ষতিকারক বিকিরনের ক্রিয়াকে নষ্ট করা যায় অর্থাৎ ক্ষতিকারক বিকিরণের তীব্রতাকে এমন মাত্রায় সীমিত রাখা যাতে জনস্বাস্থ্যের উপর কোন প্রভাব না ফেলে।

১.২ হেলথ ফিজিক্স এর প্রধান ভূমিকা (The major role of health physics) ঃ

বিজ্ঞান ও প্রকৌশলগত দিক থেকে হেলথ ফিজিক্স এর প্রধান ভূমিকাগুলো নিম্নরূপ-

১। হেলথ ফিজিক্স এর মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার বিকিরণ এবং তেজস্ক্রিয় পদার্থের বাস্ড়বিক পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

২। বিকিরণের লক্ষ্যবস্তু এবং জীবজগতের ক্ষতির মধ্যে পরিমাণগত সম্পর্ক এটার দ্বারা স্থাপন করা যায়।

৩। তেজস্ক্রিয়তা থেকে রক্ষা পাওয়া বা নিরাপত্তার জন্য যন্ত্রপাতির উদ্ভাবন. পরিকল্পনা প্রণায়ন এবং পরিবেশগত ভারসাম্য রক্ষা করতে হেলথ ফিজিক্স ভূমিকা রাখে।

৪। হেলথ ফিজিক্স, প্রাকৃতিক পরিবেশে তেজস্ক্রিয় রশ্মির গমন নিয়ন্ত্রণ করে।

উপরোলিখিত বিষয়গুলো থেকে প্রতীয়মান হয় যে, হেলথ ফিজিক্স হচ্ছে এমন একটি বিষয়, যা বিজ্ঞানসম্মতভাবে সকল প্রকার ক্ষতিকারক বিকিরণ এবং পরিবেশগত দূষণকে নিয়ন্ত্রণ করে জীবজগতের জন্য একটি সুস্থ সাবলীল অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে।

১.৩ অ্যাটম স্ট্রাকচারের সংক্ষিপ্ত বিবরণ (The structure of atom brielfy) ঃ

১৯১৯ খ্রিস্টাব্দে রাফার ফোর্ড কর্তৃক ধনাত্মক কণিকা প্রোটন আবিস্কার এবং ১৯৩২ খ্রিস্টাব্দে চ্যাডউইক কর্তৃক (Chaduick) নিস্ড়িৎ কণিকা নিউট্রন নামক কণিকার আবিস্কারের পর পরমানুর অভ্যন্ড়রীণ গঠন সম্পর্কে একটি সুস্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়। সর্বস্বীকৃত লিথিয়াম পরমাণুর গঠন কাঠামো (Atom structure) নিম্নে ১.১ চিত্রানুযায়ী বর্ণিত হল।

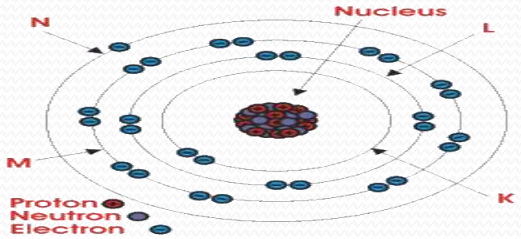
উপযুক্ত সংখ্যক প্রেটিন ও নিউট্রন নিয়ে পরমাণুর নিউক্লিয়াস গঠিত। পরমানুর ব্যাস প্রায় এবং নিউক্লিয়াসের ব্যাস প্রায়। খুব ক্ষুদ্র আয়তনের এ নিউক্লিয়াসের পরমাণুর প্রায় সমগ্র ভর কেন্দ্রীভূত থাকে।

তিন প্রকার মৌলিক কণিকা দ্বারা পরমাণু গঠিত। কণিকাগুলো হল-

১। ঋণাত্মক আধারবিশিষ্ট (Negative charge) কণিকা ইলেকট্রন (Electron) যার আধান () এবং ভর (Mass) .

২। ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট (Positive charge) কণিকা প্রোটন (Proton) যার আধান (Charge) ইলেকট্রনের আধানের সমান এবং ভর (Mass).

৩। নিস্ড়িৎ কণিকা নিউট্রন (Neutron) যার ভর. প্রোটন ও নিউট্রনের ভর প্রায় সমান। একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নির্দিষ্ট সংখ্যক প্রোটন ও নিউট্রন থাকে। প্রোটনের জন্য সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসই ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট। স্বাভাবিকভাবে যে কোন পরমানু তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে। অতএব, অবশ্যই পরমানুতে প্রোটনের সমান সংখ্যক ইলেকট্রন বিদ্যমান। এ ইলেকট্রোনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে বিভিন্ন ব্যাসার্ধের কক্ষপথে ঘূর্ণনরত থাকে।



২। ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট (Positive charge) কণিকা প্রোটন যার আধান ইলেকট্রনের আধানের সমান এবং ভর (Mass).

৩। নিষ্ক্রিয় কণিকা নিউট্রন (Neutron) যার ভর. প্রোটন ও নিউট্রনের ভর প্রায় সমান। একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নির্দিষ্ট সংখ্যক প্রোটন ও নিউট্রন থাকে। প্রোটনের জন্য সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসই ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট। স্বাভাবিকভাবে যে কোন পরমানু তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে। অতএব, অবশ্যই পরমানুতে প্রোটনের সমান সংখ্যক ইলেকট্রন বিদ্যমান। এ ইলেকট্রোনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে বিভিন্ন ব্যাসার্ধের কক্ষপথে ঘূর্ণনরত থাকে।

Particle	Mass	Charge
Electron	9.109×10^{-31} kg	-1.602×10^{-19} Coulomb
Proton	1.672×10^{-27} kg	$+1.602 \times 10^{-19}$ Coulomb
Neutron	1.675×10^{-27} kg	0

1.4 নিম্নবর্নিত টার্মসমূহের বর্ণনা ঃ

অ্যাটমিক নাম্বর (Atomic number) ঃ নিউক্লিয়াসে অবস্থিত ধনাত্মক আদানযুক্ত (Positive charge) প্রোটনের সংখ্যাকে অ্যাটমিক নাম্বার বা পারমানবিক সংখ্যা বলে। অ্যাটমিক নাম্বারকে ত দ্বারা নির্দেশ করা হয়।

মাস নাম্বার ঃ নিউক্লিয়াসে প্রোটন ছাড়াও থাকে আধান নিরপেক্ষ নিউট্রন। প্রোটন এবং নিউট্রনের ভর থেকে নিউক্লিয়াসের ভর থেকে নিউক্লিয়াসের ভর নির্মিত হয়। নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন এবং নিউট্রন সংখ্যাকেই ভর সংখ্যা বলে।

নিউক্লিওন (Nucleon) ঃ নিউক্লিয়াসে যে সকল কণা (Particles) থাকে, তাদেরকে নিউক্লীয়ন বলে। নিউক্লিয়াসকে আলফা কণা দ্বারা আঘাত করে দেখা গেছে যে, তা থেকে সাধারণত প্রোটন এবং নিউট্রন বেরিয়ে আসে। সুতরাং এ সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে, নিউক্লিয়াস হল প্রোটন এবং নিউট্রনের সমষ্টি। অন্যান্য পরীক্ষণ থেকে জানা গেছে, নিউক্লিয়াসের ভিতর অন্যান্য কণা রয়েছে যেমন- নিউটিনো

নিউক্লিয়াস (Nucleus) ঃ রাফার ফোর্ডের "আলফা কণা বিক্ষেপণ" পরীক্ষা থেকে জানা যায় যে, পরমাণুর সমস্ত ভর (৯৯.৯৭%) তার কেন্দ্রে একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত থাকে এবং এখানেই থাকে পরমাণুর ধনাত্মক আধান , রাদারফোর্ড পরমাণুর এই কেন্দ্রবিন্দুর নামকরণ করেন নিউক্লিয়াস। অন্য কথায় অভ্যন্তরস্থ ধনাত্মক আধানযুক্ত মূল বস্তুকে নিউক্লিয়াস বলে।

প্রোটন (Proton) ঃ এটি একটি স্থায়ী প্রাথমিক কণা। প্রোটনের আধার (Charge) ইলেকট্রনের সমান কিন্তু বিপরীত অর্থাৎ এটি ধনাত্মক আধান (Positive charge)| সুতরাং এটার আধান

নিউট্রন ঃ স্বাভাবিক হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াস ব্যতীত সকল নিউক্লিয়াস এ প্রাথমিক কণা দিয়ে তৈরি। এটার ভর প্রায় 1.0086654 a.m.μ বা 1.6747×10^{-27} এবং নিশ্চল শক্তি প্রায় ৯৩৮.৫৫০ গবা. নিউক্লিয়াসের বাইরে ১০.৬ মিনিট অর্ধায়ুসহ এটা অবক্ষয় প্রাপ্ত হয়ে তৈরি করে একটি প্রোটন, একটি ইলেকট্রন এবং একটি প্রতি নিউট্রিনো। এটি অত্যাধিক পেনিট্রেটিং পাওয়ার সম্পান্ন।

নিউক্লিইড ঃ দুটি নিউক্লিয়াসের যদি প্রোটন সংখ্যা এবং নিবউট্রন সংখ্যা অভিন্ন হয়, তাহলে তারা একই নিউক্লীয় প্রজাতির অন্তর্ভূক্ত হয়। একটি নিউকালীয় প্রজাতিকে বলা হয় নিউক্লাইড ।

আইসোটোপ ঃ যে সকল নিউক্লাইড এর প্রোটন সংখ্যা সমান, কিন্তু ভর সংখ্যাভিন্ন, তাদেরকে বলা হয় আইসোটোপ। যেমন- 6^{c13} এবং 6^{c12} এদের প্রোটন সংখ্যা সমান, কিন্তু ভর সংখ্যা অসমান। কিছু কিছু আইসোটোপ তেজস্ক্রিয় কণা এবং রশ্মি ছুড়ে দেয়। এদেরকে বলা হয় তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ (জধফরড় ধপঃরাব রংড়ঃড়ঢ়ব) । চ^{৩২} এবং ঈ^{১৪} তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ এর উদাহরণ।

আইসোবার ঃ যে সকল নিউক্লাইডে ভর সংখ্যা (অ) সমান, তাদের বলা হয় আইসোবার। যেমন-$_7N^{13}$ এবং 6^{c13} অথবা, এবং 18^{Ar40} এবং 20^{Ca40}। আবার, যে সকল নিউক্লাইডে প্রোটনের মোট সংখ্যা (তাদের ভর সংখ্যা) সমান তাদেরকে আইসোবার বলা হয়।

১.৫ রেডিয়েশন এর সংজ্ঞা (Definition of radiation) ঃ

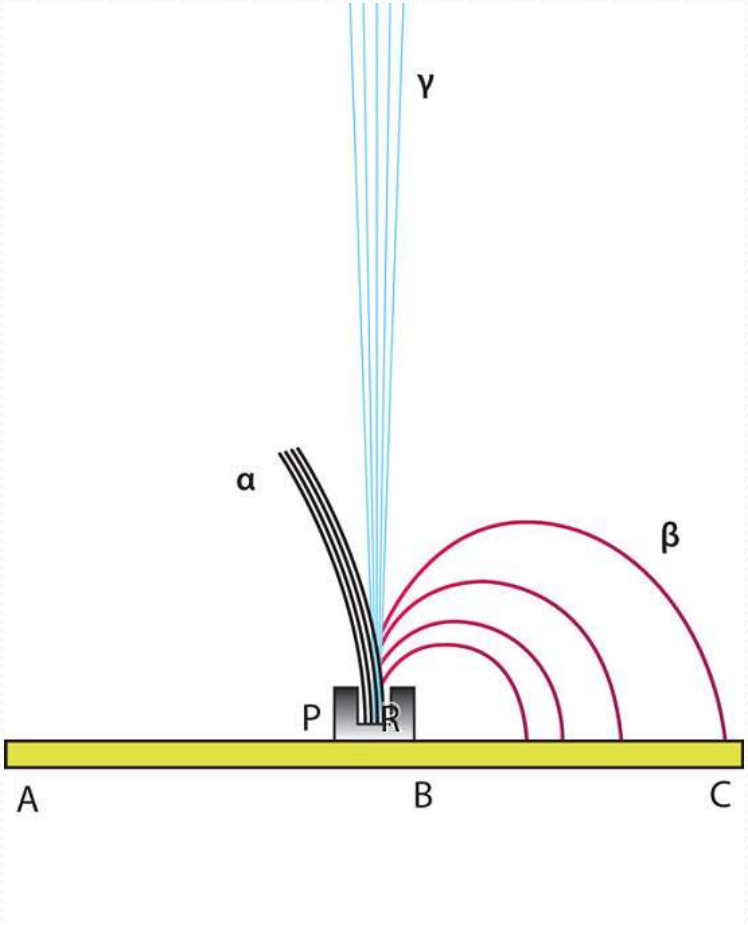
রেডিয়েশন এর বাংলা অভিধানিক অর্থ বিকিরণ। বিখিরণ একটি নিউক্লীয় প্রক্রিয়া। তাই বিকিরণ সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারনা পেতে হলে পরমাণুর নিউক্লিয়াস সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত পরিচিতির প্রয়োজন। পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে অতিক্ষুদ্র একটি জায়গাতে এ নিউক্লিয়াসের অবস্থান। এ নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বেশ কিছুটা দূর দিয়ে আবর্তন করে ইলেকট্রন। অন্য দুটি ক্ষুদ্র কণা প্রোটন এবং নিউট্রন, তিনটি কণার মধ্যে ইলেকট্রনই সবচেয়ে হালকা কণা। ইলেকট্রন ঋণাত্মক বা নেগেটিভ চার্জযুক্ত এবং প্রটোন ধনাত্মক বা পজিটিভ চার্জযুক্ত কণা। একটি ইলেকট্রনের ভর ৯.১দ্ধ১০$^{-৩১}$ কিলোগ্রাম প্রোটন এবং নিউট্রন ইলেকট্রন কণার চেয়ে ভারী (প্রায় ১৮৪০ গুন)। নিউট্রন প্রোটনের চেয়ে সামান্য ভারী কিন্তু চার্জহীন। নিউক্লিয়াসে প্রোটনের সংখ্যা থেকেই জানা যায়। পরমাণুটি কোন পদার্থের যেমন-নিউক্লিয়াসে ১টি প্রোটন থাকলে মৌলটি হাইড্রোজন, ২টি থাকলে হিলিয়াম ইত্যাদী।একটি পরমাণুর ব্যাসার্ধ সাধারণভাবে ১০$^{-১০}$ মিটার সেখানে নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ ১০$^{-১৪}$ বা ১০$^{-১৫}$ এর মত হয়ে থাকে।

কিছু মৌল রয়েছে যাদের নিউক্লিয়াস থেকে কতগুলো জটিল প্রকৃতির শক্তিশালী অদৃশ্য রশ্মি বিকিরিত হয় এবং মৌলগুলো স্বতঃস্ফুর্তভাবে ভেঙে গিয়ে অন্য মৌলে পরিণত হয়। মৌলের এরূপ স্বতঃস্ফূর্ত ভাঙন প্রক্রিয়াকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা এবং এ রশ্মি নির্গত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বলা হয় বিকিরণ (জধফরধঃরড়হ)। এ স্বতঃস্ফূর্ত ভাঙন প্রক্রিয়াতে যেসব মৌল অংশ নেয় সেগুলো মূলত ভারী মৌল অর্থাৎ যাদের পারমাণবিক ওজন ২০৬ এর বেশি। ভাঙন প্রক্রিয়াতে মৌল চিরতরে পরিবর্তিত হয়ে অন্যরূপের নতুন মৌলের সৃষ্টি করে। আধুনিক প্রযুক্তির মাধ্যমে বর্তমানে অনেক হালকা মৌলতেও অর্থাৎ ২০৬ এর চেয়েও অনেক কম পারমাণবিক ওজনবিশিষ্ট হালকা মৌলতেও কৃত্রিম উপায়ে তেজস্ক্রিয়তা সৃষ্টি করা হচ্ছে। এ ধরনের

তেজস্ক্রিয়তাকে বলা হয় কৃত্রিম তেজস্ক্রিয়তা। ২০৬ এর বেশি পারমাণবিক ওজনবিশিষ্ট যে সব মৌলে স্বতঃস্ফূর্ত ভাঙন প্রক্রিয়া ঘটে তাদের তেজস্ক্রিয় মৌল বলা হয়। এসব তেজস্ক্রিয় মৌল এবং কৃত্রিম তেজস্ক্রীয়তা ঘটানোর জন্য উপযুক্ত হালকা মৌলের নিউক্লিয়াস থেকে সে সমস্ড় কণা ও রশ্মি নির্গত হয় তাকে বিকিরণ (জধফরধঃরড়হ) বলে। এ সকল কণা ও রশ্মিগুলোর ফটোগ্রাফিক বিক্রিয়াধর্ম ছঅড়া গ্যাস আয়নায়িত করতে পারে। রনজেন (Roentgen) এক্স-রে (ী-ৎধু) আবিস্কারের পরপরই ১৮৯৬ সালে ফরাসি বিজ্ঞানী হেনরি বেকুইরেল সর্বপ্রথম আকস্মিকভাবে তেজস্ক্রিয়তা আবিস্কার করেন। তিনি প্রমান করেন যে, ইউরেনিয়াম লবণ স্বতঃস্ফূর্তভাবে শক্তিসম্পন্ন কণা ও রশ্মি বিকিরণ করে। এ আবিস্কারের পর নতুন নতুন তেজস্ক্রিয় পদার্থ আবিস্কারের জন্য ব্যাপক প্রচেষ্টা শুরু হয়। এক পর্যায়ে মাদাম ক্যুরী এবং স্মিট স্বতন্ত্রভাবে প্রমান করে যে, থোরিয়ামও একটি তেজস্ক্রিয় মৌল। পরবর্তীতে ক্যুরী দম্পত্তি ইউরেনিয়ামের আকরিকের উপর পরীক্ষা চালান এবং সিদ্ধান্ড়ে উপনীত হন যে, এ আকরিক ইউরেনিয়ামের থেকেও বেশি তেজস্ক্রীয়। পরে তারা বেমন্ড়নামে একজন সহকারীর সাথে একত্রে কাজ করে পিচবেন্ড থেকে রেডিয়াম আবিস্কারের মাধ্যমে বিখ্যাত হন।

পূর্বে উলেখ করা হয়েছে তেজস্ক্রিয় বিকিরণ একটি নিউক্লীয় প্রক্রিয়া। মৌলের স্বতঃস্ফূর্ত ভাঙন বা ক্ষয়প্রাপ্তিকালে যে সমস্ড় কণা ও শক্তিশালী রশ্মি বিকিরিত হয় তা ঐ মৌলের পরমানুর নিউক্লিয়াস থেকেই বের হয়ে আসে। আমরা জানি পরমাণুর নিউক্লিয়ান ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট। (Positive charge) এবং একমাত্র নিউক্লিয়াসেই ধনাত্মক আধান থাকে, অন্য কোথাও নয়। তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে তিন ধরনের রশ্মি নির্গত হয়, সেগুলোকে যথাক্রমে আলফা রশ্মি বিটা রশ্মি (β-ray) ও গামা রশ্মি নাম অভিহিত করা হয়।

আলফা , বিটা কণা ও গামা রশ্মি প্রকৃতি



এ রশ্মি তিনটির মধ্যে আলফা কণা নামক রশ্মি প্রতিটি তেজস্ক্রীয় পরমাণু থেকে নির্গত হয় এবং আলফা রশ্মি পজিটিভ চার্জযুক্ত হয়ে থাকে। যেহেতু নিউক্লিয়াস পজিটিভ চার্জের উৎস বা উৎপত্তি স্থল তাই আলফা কণার পজিটিভ চার্জই প্রমান করে এ রশ্মি বিকিরণের উৎপত্তি স্থল নিউক্লিয়াস। তেজস্ক্রিয় বিকিরণ একটি সম্পূর্নভাবে নিউক্লীয় প্রক্রিয়া বলেই তাপ, চাপ, বিদ্যুৎ বা অতি শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্রের ন্যায় বাইরের কোন প্রক্রিয়াই এ বিকিরনের উপর কোনরূপ প্রভাব ফেলতে পারে না। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, ইউরেনিয়াম একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ, এটি ধাতব, আকরিক, দ্রবীভূত লবন বা যে অবস্থায় থাকুক না কেন হেটর তেজস্ক্রিয়তা সবসময় অপরিবর্তিত থাকে। তাছাড়া ভাঙনের ফলে মৌল যে অন্য মৌলে র‍ূপান্ড়রিত হয় তাও নিউক্লিয়াস বিভাজনের ফলেই ঘটে থাকে। কাজেই নিশ্চিতভাবে বলা যায় তেজস্ক্রিয়তা বা তেজস্ক্রিয় বিকিরণ একটি নিউক্লীয় প্রক্রিয়া।

আলফা-রে বিটা-রে এবং নিউট্রন রেডিয়েশন

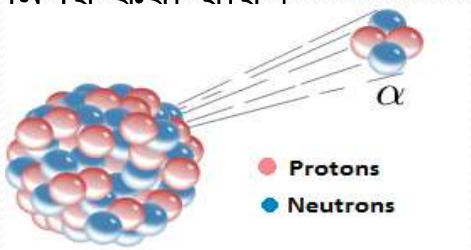
১। আলফা কণা ঃ

আলফা কণাসমূহ দুই পজিটিভ চার্জবিশিষ্ট হিলিয়াম নিউক্লিয়াস (ঐব$^{২+}$) যা ২টি প্রোটন এবং একটি নিউট্রন দ্বারা গঠিত। এ আলফা কণার ভর চার একক এবং চার্জ দুই একক। এর ভর ৬২×১০$^{-২৭}$ কিলোগ্রাম (শম) এবং পজিটিভ চার্জবাহী যার পরিমাণ ৩.২×১০^{৯} কুলম্ব (ঈ) আলফা রশ্মি একটি অতি দ্রুত গতিসম্পন্ন রশ্মি। এ রশ্মির গতিবেগ প্রতি সেকেন্ডে ২×১০^{৯} সেন্টিমিটার। এ গতিবেগ আলোর গতিবেগের অংশ। এ রশ্মির গতিবেগ প্রতি সেকেন্ডে ১.৪৫×১০^{৯} সেন্টিমিটার থেকে ২.২দ্ধ১০$^{-৯}$ সেন্টিমিটারের মধ্যে হয়ে থাকে। পজিটিভ চার্জযুক্ত রশ্মি হওয়াতে আলফা কণাসমূহ তড়িৎ এবং চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষেপ্ত হয়ে থাকে। আলফা বিকিরণের আয়নীকরণ ক্ষমতা অতিশয় তীব্র কিন্তু এদের বিদ্ধকারী ক্ষমতা বেশ কম।

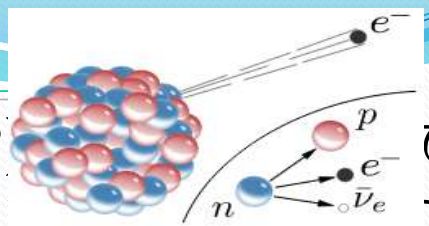
শক্তির নিত্যতার সূত্রানুযায়ী বলা যায়, পরমাণরি নিউক্লিয়াস থেকে বিকিরত আলফা কণাসমূহের শক্তি সবসময় বকে থাকে। কিন্তু বাস্ড়বে তা হয় না। কোন কোন ক্ষেত্রে সামান্য ব্যতিক্রম ছাড়া বেশিরভাগ ক্ষেত্রে শক্তি প্রায়ই একই থাকে। এ অংশকে আলফা কণার প্রধান গুচ্ছ বলে। এ গুচ্ছ বিকিরণে আলফা কণার গতিশক্তি বেশি থাকে।

আলফা কণার গতিবেগ ঃ আলফা কণার গতিবেগ ও শক্তি নির্ণয়ের জন্য চৌম্বক বিশেষকের সাহায্যে নেয়া হয়। একটা নির্দিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের ভিতর আলফা কণা গমন করলে তার গতিপথের বক্রতার ব্যাসার্দ পরিমাণ করে এ কণার গতিবেগ ও শক্তি নির্ণয় করা যায়।

তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে বিকিরিত আলফা কণার শক্তি অধিকাংশ ক্ষেত্রেই ইলেকট্রন-ভোল্ট এর মধ্যে হয়ে থাকে।

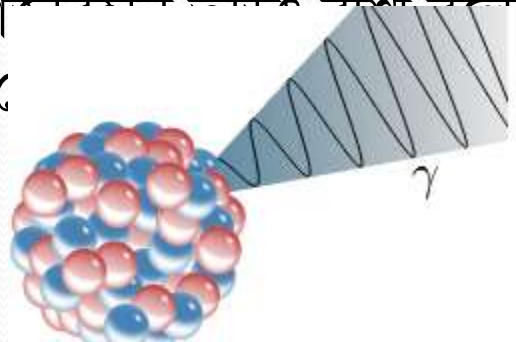


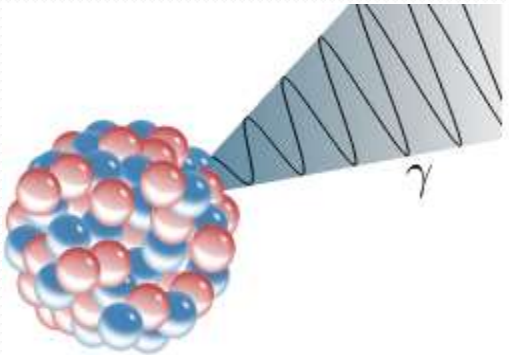
২। বিটা কণা বা বিটা-রশ্মি ঃ



বিটা কণা হচ্ছে একটি ইলেকট্রন, যার ভর (৯.০৩*১০$^{-৩১}$) [illegible] র্জের পরিমাণ (১.৬দ্ধ১০$^{-১৯}$) কুলম্ব। এ কণা দ্রুত গতিসম্পন্ন [illegible] আলফা কণার তুলনায় প্রায় ১০০ গুন বেশি। পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে একটি ইলেকট্রন অথবা পজিট্রন বেরিয়ে আসাকে বিটা ক্ষয় বা বিটা বিকিরণ বলা হয়। নিউক্লিয়াস থেকে নির্গত ইলেকট্রন বা পজিট্রনের সাধারণ নাম বিটা কণা (β^- বা β^+)। এ কণাগুলো বিদ্যুৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের ক্রিয়াতে আলফা কণার বিপরীত দিকে বিক্ষেপিত হয়। এদের আয়নীকরণ ক্ষমতা আলফা কণার তুলনায় কম।

৩। গামা কণা বা গামা রশ্মি ঃ গামা কণা বা গামা রশ্মি হচ্ছে তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ, যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য প্রায় 0.03 থেকে 3A (Angstrom)| এ কণার গতিবেগ আলোর গতিবেগের সমান। তরঙ্গদৈর্ঘ্য (ডধাবষবহমঃয) কম হওয়ার জন্য এদের বিদ্ধকারী শক্তি সর্বাধিক। রঞ্জন-রশ্মি (-Rays) অপেক্ষাও এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম এবং অধিক শক্তিসম্পন্ন। গামা-রশ্মি চা[illegible] চৌম্বক এবং বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের ক্রিয়াতে এদের উপর [illegible] না, অর্থাৎ নিজস্ব গমন পথ থেকে এরা বিচ্যুত হয় না।



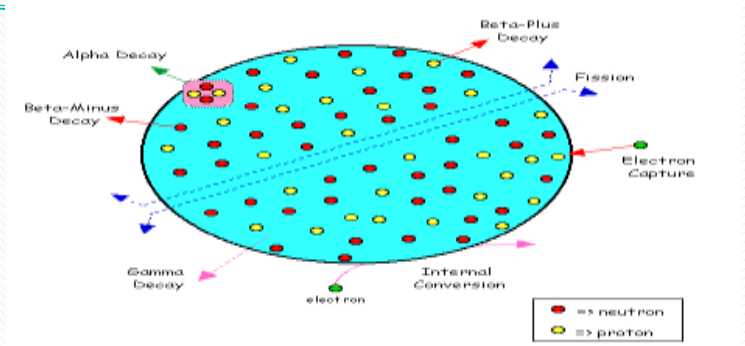


আলফা অথবা বিটা রশ্মির বিকিরণের পরমাণু নিউক্লিয়াস অনেক সময় উত্তেজিত শক্তিতে অবস্থার করে। কিন্তু নিউক্লিয়াসটি যদি এক বা একাধিক ফোটন বিকিরণ করে তাহলে সর্বনিু শক্তি অবস্থায় উপনীত হয়। নিউক্লিয়াস থেকে এ ফোটন বেরিয়ে আসা অর্থাৎ বিকিরিত ফোটনের রশ্মিকেই গামা-রশ্মি বলা হয়। তুলনামূলক দীর্ঘ স্থায়ীত্বের উত্তেজিত নিউক্লিয়াসকে তার স্বাভাবিক অবস্থায় নিউক্লিয়াসের আইসোমার বলা হয়। চিত্র ঃ চিত্রানুযায়ী তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে রশ্মির বিকিরণ দেখানো হয়েছে

৪। নিউট্রন ঃ উপরোলেখিত তিন ধরনের বিকিরণ ছাড়াও আর এক ধরনের বিকিরণ হল নিউট্রন। নিউট্রনের ভর আলফা এবং বিটা কণার মাঝামাঝি, অর্থাৎ যা প্রোটনের ভরের সমান।

নিউট্রনের গতিবেগ উচ্চ বা নিু হতে পারে অর্থাৎ এদের গতিবেগ নির্ভর করে যে উৎস (যে ধরনের নিউক্লিয়াস) থেকে নির্গত হয় তার উপর। যেহেতু নিউট্রনের কোন চার্জ সেজন্য এদের শনাক্ত করা খুবই কঠিন। নিউট্রনের বিদ্ধকারী শক্তি কম।

property	Alpha radiation	Beta radiation	Gamma radiation
Nature of particle	A helium nucleus	An electron/positron	A photon
Charge			0
Mass			0
Speed	~0.05*c*	up to 0.99*c*	*c*
Ion pairs per cm of air	~1 000 000	~10 000	~10
Interaction with perpendicular magnetic fields	Some deflection	Large defleciton	No deflection
Stopped by	Thick sheet of paper	Few mm of aluminium sheet	(to some extent) A couple of cm of a block of lead or few metres thick concrete



অধ্যায়-০২

রেডিও অ্যাকটিভিটি

২.১ রেডিও অ্যাকটিভিটি এর সজ্ঞা ঃ

রেডিও অ্যাকটিভিটি এর বাংলা অভিধানিক অর্থ তেজস্ক্রিয়তা। ১৮৯৬ সালে ফরাসি বিজ্ঞানী বেকেরেল (১৮৫২-১৯০২) আকস্মিকভাবে আবিস্কার করেণ যে, ইউরোনিয়াম-লবন স্বতঃস্ফূর্তভাবে শক্তি সম্পান্ন কণা ও রশ্মি বিকিরণ করে। এই সমস্ড় কণা ও রশ্মি ফটোগ্রাফিক বিক্রিয়াধর্ম ছাড়াও গ্যাসকে আয়নায়িত করার ক্ষমতা আছে। কণা ও রশ্মি বিকিরণকারী ইউরেনিয়াম ও অন্যান্য এই জাতীয় পদার্থে তেজস্ক্রিয় পদার্থ (জধফরড়ধপঃরারঃু) এবং পদার্থের এই বিশেষ ধর্মকে তেজস্ক্রিয়া বা তেজস্ক্রিয়তা (জধফরড়ধপঃরারঃু) বলে।

এ আবিস্কারের পরপরই নতুন তেজস্ক্রিয় পদার্থ আবিস্কারের জন্য প্রচেষ্টা শুর" হয়। মাদাম ক্যুরী () এবং স্মিট () স্বতন্ত্রভাবে প্রত্যক্ষ করেন যে, থোরিয়াম ও তেজস্ক্রিয় মৌল পদার্থ।

পরে পিয়ারে ক্যুরী এবং তার স্ত্রী মাদাম ক্যুরী লক্ষ্য করেন যে, কিছু ইউরেনিয়াম-আকরিক ইউরেনিয়ামের চাইতেও বেশি তেজস্ক্রিয়। বহু পরিশ্রম করে তাঁরা কয়েক টন পিচবেন্ড হতে নতুন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অস্ড়িত্ব প্রমান করেণ ও নাম রাখেন পলোনিয়াম। পরে ক্যুরী দম্পত্তি বেমন্ড় নামে এক সহকারীর সাথে একযোগ কাজ করে পিচবেন্ড থেকে রেডিয়াম আবিস্কার করেন।রেডিও অ্যাকটিভিটি ও রেডিও অ্যাকটিভ নিউক্লাইড ঃ

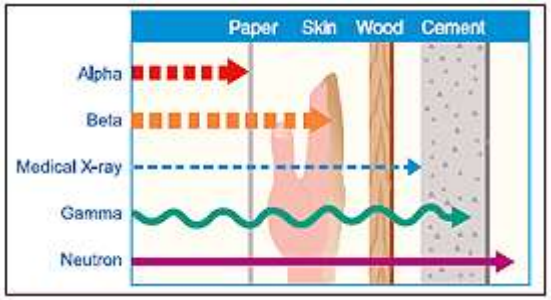
কোন নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে α-কনা, β-কনা ও গামা-রশ্মির নিঃসরণকে তেজস্ক্রিয়া বলে।

প্রকৃতিতে ৩২৫ টির বেশি নিউক্লাইড পাওয়া গেছে যার ২৬৩ টি স্থায়ী এবং অবশিষ্টগুলো তেজস্ক্রিয়।

২.২ পরীক্ষামূলক উদাহরণসহ আলফা, বিটা ও গামা রেডিয়েশন এর প্রকৃতি () ঃ

Radiation	Mass	Electric Charge	Velocity
Alpha Particles	relatively heavy	double positive	relatively slow
Beta Particles	about 8,000 times lighter	negative	less than the velocity of light
Gamma Rays	None	None	3 x 10$_8$ m/s in free space

property	Alpha radiation	Beta radiation	Gamma radiation
Nature of particle	A helium nucleus	An electron/positron	A photon
Charge			0
Mass			0
Speed	~0.05*c*	up to 0.99*c*	*c*
Ion pairs per cm of air	~1 000 000	~10 000	~10
Interaction with perpendicular magnetic fields	Some deflection	Large defleciton	No deflection
Stopped by	Thick sheet of paper	Few mm of aluminium sheet	(to some extent) A couple of cm of a block of lead or few metres thick concrete



হাফ লাইফ

হাফ লাইফ এর বাংলা অভিধানিক অর্থ অর্ধ আয়ুস্কাল। কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণু সংখ্যা যে সময়ে ঠিক অর্ধেকে পরিণত হয়, সেই সময়কে ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধ আয়ুস্কাল বা অর্ধায়ু (T) বলে।

আমরা জানি,

এটা হতে দেখা যায় যে, ক্ষয় ধ্রবক বেশি হলে অর্ধ আয়ুস্কাল কম হবে।

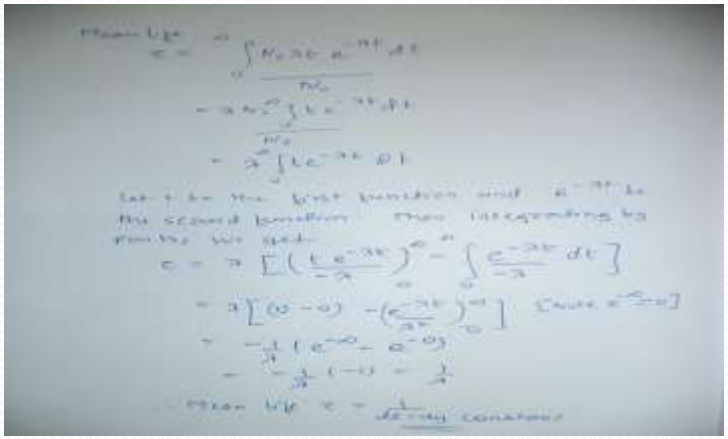
থোরিয়ামের (234^{TH}) অর্ধ আয়ুস্কাল ২৪ দিন। অর্থাৎ ১০০ গ্রাম থোরিয়াম তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের ফলে ২৪ দিনে ৫০ গ্রামে পরিণত হবে। আবার, পরিবর্তী ২৪ দিনে ঐ ৫০ গ্রাম 234^{TH} হতে মাত্র ২৫ গ্রাম 234^{TH} অবশিষ্ট থাকবে ও প্রায় ৭৫ গ্রাম ক্ষয়প্রাপ্ত নিউক্লিয়াস থাকবে। মোট ভরের পরিবর্তন কমই হয়ে থাকে।

Radioisotope	Half Life (approx.)
^{81m}Kr	13 seconds
^{99m}Tc	6 hours
^{131}I	8 days
^{51}Cr	1 month
^{137}Cs	30 years
^{241}Am	462 years
^{226}Ra	1620 years
^{238}U	4.51×10^9 years

- **(খ) মিন লাইফ () ঃ**

মিন লাইফ এর বাংলা অভিধানিক অর্থ গড় আয়ুস্কাল।

কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় আয়ু বা আয়ুস্কাল () নিম্নোক্তভাবে লেখা যায়-



$$\int_{\infty}^{0} t\, N_o(-\lambda)e^{-\lambda t}dt$$

$$-\int_{0}^{\infty} t\, N_o(-\lambda)e^{-\lambda t}dt$$

$$N_o\lambda\int_{0}^{\infty} te^{-\lambda t}dt$$

$$= sum\ of\ life\ of\ all\ atoms$$

$$\text{Mean life } (\tau) = \frac{N_o\lambda\int_0^{\infty} te^{-\lambda t}dt}{N_o}$$

$$\tau = \lambda\int_{0}^{\infty} te^{-\lambda t}dt$$

$$\tau = \lambda \times \frac{1}{\lambda^2}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

2.3 units of radioactivity

- **২.৪ রেডিয়েশনের ইউনিটসমূহ ঃ**
- অতীতের দিনগুলোতে সঠিক এবং নির্ভুলভাবে যথাযথ এককের সাহায্যে বিকিরণ পরিমাপের কোন ব্যবস্থা ছিল না। সেই কারনেই ক্ষতিকারক বিকিরণকে প্রতিরোধের যেমন কোন উপযুক্ত ব্যবস্থা ছিল না পাশাপাশি রেডিয়েশন থেরাপিকে মানব কল্যাণের ব্যবহারের জন্য উপযুক্ত একক বা পরিমাপ পদ্ধতিও ছিল না। নির্দিষ্ট পরিমাণের বিকিরণ একটি নির্দিষ্ট সময়ে রোগীর দহে দেয়ার প্রয়োজন হয়। আমরা জানি, এক্স-রে বিমের সাহায্যে দেহের টিস্যুর মধ্যে বিকিরণ মাত্রার সুষ্ঠ বন্টন হয়ে থাকে। কাজেই উপযুক্ত এককের সাহায্যে সঠিক পরিমাপ ব্যবহারের মাধ্যমে ক্ষতিকারক প্রভাব থেকে মুক্ত রেখে বিকিরণ মাত্রার সুষ্ঠু ব্যবহার নিশ্চিত করা সম্ভব।
- বিকিরণের একক
- (অনংড়ৎন উড়ংব) ঃ
- শোষিত ডোসের ক্ষেত্রে বিকিরণের একক
- (ঝওঁহরঃব ড়ভ অনংড়ৎন এৎধু) ঃ
- ১। গ্রে (এৎধু) ঃ বিকিরণের ক্ষতি বা ব্যায় নির্ভর করে বিকিরণ থেকে পরিমাণ শক্তি শোষিত হয় তার উপর এবং এ ক্ষতি টিস্যু দ্বারা শোষিত শক্তির ঘনত্বের প্রায় সমানুপাতিক হয়। এ জন্য প্রতি একক ভরের টিস্যুতে শোষিত শক্তির সাপেক্ষে রেডিয়েশন মূল এককে প্রকাশ করা হয়। এ এককে বলা হয় গ্রে বা এৎধু (এু)।

এক কিলোগ্রাম টিস্যুতে বিকিরণ ডোসের শোষিত শক্তির পরিমাণ যদি এক জুল (ঔড়ঁষব) হয়, তখন ঐ পরিমাণ বিকিরণ ডোসকে ১ এু বলে।

১ এু=১ঔ/শম

সবধরনের আয়নাইজিং বিকিরণ পরিমাপের() ক্ষেত্রে এ এৎধু একক ব্যবহার করা হয়।

২ র‍্যাড (জধফ) ঃ বিকিরণ ডোস পরিমাপের জন্য আরো একটি একক ব্যবহার করা হয় একে জধফ বলে। জধফ হচ্ছে () এর শব্দ সংক্ষেপে।

১ (জধফ) হচ্ছে সেই পরিমাণ বিকিরণ ডোস যা ১ গ্রামে শোষিত অবস্থায় ১০০ আর্গ () শোষিত শক্তি উৎপন্ন করে।

১ জধফ = ১০০ উৎমং/ম

আবার,

১ঔ= $১০^{৭}$ উৎমং এবং ১শম ১০০০ম

১এু = ১০০ জধফং

এক্সপোজারের ক্ষেত্রে বিকিরণের একক

১। এক্সপোজার একক () ঃ এক্সপোজার একক হচ্ছে ফোটন বলরেখা বা ফোটন ফ্লাক্সের একটি পরিমাপ, যা এক্স-রে ক্ষেত্রে () থেকে একক ভরের বাতাসে স্থানান্ড়রিত শক্তির পরিমাণের সাথে সম্পর্কযুক্ত।

এক এক্সপোজার একক হচ্ছে সেই পরিমাণ এক্স-রে () বা গামা-রে () এর বিকিরণ, যা প্রতি কিলোগ্রাম বাতাসের আয়তনে ১ কুলম্ব চার্জ উৎপান্ন করে।

১ এক্সপোজার ইউনিট = ১প/শম বাতাস

এক্স-রে এবং গামা-রে এর এক্সপোজারের ক্ষেত্রে কোয়ান্টাম এনার্জি ৩ মেগা ইলেকট্রন ভোল্ট (গবঠ) অতিক্রম করে না। একটি আয়নের চার্জের পরিমাণ ১.৬দ্ধ$১০^{-১১}$ কুলম্ব একটি আয়ন যুগল উৎপন্ন হতে যে গড় শক্তি বাতাসে ছড়ায় তা হচ্ছে ৩৪বঠ.

=৩৪এু (রহ ধরৎ)

২। রনজেন (জ) ঃ এক্স-রে বিকিরণের একককে রনজেন বলা হয়, যাকে সংক্ষেপে (জ) দ্বারা সূচিত করা হয়ে থাকে। রনজেন হচ্ছে এক্স-রে অথবা গামা-রে এর সেই পরিমাণ বিকিরণ যা ০° সে. তাপমাত্রা এবং ৭৬০ মি.মি. মারকারি (যম) বায়ু চাপে প্রতি ঘন সে.মি. (পস) বাতাসে ১ স্থির বৈদ্যুতিক একক চার্জের সমান (বঁং) চার্জ উৎপান্ন করে। ১ (জ) এর জন্য প্রতি গ্রাম বাতাসে শোষিত শক্তির পরিমাণ হয় ৮৭.৭ আর্গ (বৎমং)

এক্সপোজার একক এবং রনজেন এর মধ্যে সম্পর্কঃ

=৩৮৮১জ/

বা, ১ঁহরঃ=৩৮৮১জ.

তেজস্ক্রিয়তার একক ঃ তেজস্ক্রিয়তার একককে ক্যুরী বলা হয়। অতীতে এক ক্যুরী তেজস্ক্রিয় পদার্থ বলতে একটি নির্দিষ্ট ওজনের রেডিয়ামে প্রকাশ করা হত, কিন্তু বর্তমানে এটি অন্যভাবে হিসাব করা হয়। এক ক্যুরী তেজস্ক্রিয় পদার্থ হল সেই পরিমাণ যা প্রতি সেকেন্ডে ৩.৭×১০^{১০}ক্রমবিভাজন হারে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। ক্যুরী এককে আরো সহজভাবে বলতে গেলে বলা যায়, এক ক্যুরী বলতে সেই পরিমাণ তেজস্ক্রিয়তা বুঝায় যাতে প্রতি সেকেন্ডে ৩.৭×১০^{১০}সংখ্যক পরমাণুর ক্ষয় হয়।

এক গ্রাম রেডিয়াম থেকে প্রতি সেকেন্ডে প্রায় ৩.৭×১০^{১০}সংখ্যক পরমাণু ভাঙন ঘটে। এ অর্থে অতীতে (১৯৫০ সাল পর্যন্ড়) ১ গ্রাম রেডিয়ামের তেগজস্ক্রিয়তার ক্ষমতাকেই ১ ক্যুরী কলা হয়। ক্যুরীর ছোট একক হিসাবে মিলিক্যুরী এবং মাইক্রোক্যুরীও বহুল ব্যবহৃত হয়।

১ মিলিক্যুরী = ১০$^{-৩}$ ক্যুরী=৩.৭×১০^{১০} ক্ষয়/সেকেন্ডে

১ মাইক্রোক্যুরী =১০^{৬} ক্যুরী= ৩.৭×১০^{১০} ক্ষয়/সেকেন্ডে

বিভিন্ন কারণে অনেক ক্ষেত্রে ক্যুরী একক ব্যবহারে কিছুটা জটিলতা রয়েছে। সেই ক্ষেত্রে অপর একটি একক মাঝে মাঝে ব্যবহৃত হয়। এটিকে বলা হতো রাদার্ফোড ।

১ রাদ (ৎধফ) =১০^{৬} ক্ষয়/সেকেন্ডে

১ মিলি রাদা (ৎধফ) = ১০^{৩} ক্ষয়/সেকেন্ডে

১ মাইক্রোরাদা (ৎধফ) = ১ ক্ষয়/সেকেন্ডে

তেজস্ক্রিয়তার এস.আই () একক হচ্ছে বেকেরেল (নয়)।

১ বেকেরেল (নয়) = ২৭×১০$^{-১২}$ক্যুরী = ২৭ পিকোক্যুরী

১ মাইক্রো ক্যুরী (পর) = ৩৭ কিলো বেকেরেল (নয়)

১ মিলিক্যুরী (পর) = ৩৭ মেগাবেক (নয়)

১ ক্যুরী = ৩৭ গিগা বেক (নয়)

2.4 Relationship between the decay const and half life

$$N = N_o e^{-\lambda t}$$

the halflife $T_{\frac{1}{2}}$ is when $t = T_{\frac{1}{2}}$ and $N = \frac{N_o}{2}$

$$\frac{N_o}{2} = N_o e^{-\lambda t}$$

$$2 = e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}}$$

taking logs on both sides

$$\log_e 2 = \lambda T_{\frac{1}{2}}$$

$$0.6931 = \lambda T_{\frac{1}{2}}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.6931}{\lambda}$$

২.৬ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার ঃ

অধুনা বিজ্ঞানের যুগে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ এক বিস্ময়কর ভূমিকা গ্রহণ করেছে- বিভিন্ন ক্ষেত্রে এর ব্যবহারের পরিধি বলে শেষ করা যায় না। নিচে শুধু কয়েকটি ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার সংক্ষেপে আলোচিত হবে।

১। চিকিৎসাবিজ্ঞানে ঃ চিকিৎসাবিজ্ঞানে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার অত্যন্ড় গুর"ত্বপূর্ন। দেহ অত্যন্ড়রের যন্ত্রসমূহের চিত্র গ্রহণে বা ইমেজিং-এর জন্য নিউক্লীয় মেডিসিন পদ্ধতিতে ৯৯সএঃপ১৩১ইত্যাদী তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহৃত হয়। এভাবে রোগ নির্ণয় ছাড়াও ক্যন্সার নিরাময়ে রেডিয়েশন থেরাপি পদ্ধতিতে ২২৬জধ, ৬০ঈড় ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় আইসোটোপকে উচ্চ-ডোজ রেডিয়েশনের উৎস হিসাবে ব্যবহার করা হয়। মানবদেহের শারীরবৃত্তীয় গবেষণায় ২৪ঘধ, ৩২চ, ৫৪ঋব ইত্যাদীর গুর"ত্বপূর্ন প্রয়োগ আছে। খাবার লবণের সাথে তেজস্ক্রিয় ২৪ঘধ গ্রহন করলে লবণ পাকস্থলীতে পৌছানোর পর কত দ্র"ত শরীরের বিভিন্ন অংশে সঞ্চালিত হয় তা নির্ধারণ করা সম্ভব। টিউমার ও ক্যন্সার রোগের চিকিৎসায় তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ফলপ্রসূ বলে গন্য হয়েছে। জীবিত কোষগুলোর মধ্যেসংঘটিত জটিল প্রক্রিয়ার সমীক্ষণ ছাড়াও চিকিৎসাবিজ্ঞানের বিভিন্ন ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ এক উলেখযোগ্য ভূমিকা পালন করেছে।

২। কৃষিবিদ্যায় ঃ সন্ধানী তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার কৃষিবিদ্যায় এক নতুন যুগের সূচনা করেছে।

তেজস্ক্রিয় ফসফরাস মিশ্রিত ফসফরাস জাতীয় সার জমিতে প্রয়োগ করলে গাছের মধ্যে এই সার গাছের বৃদ্ধির কোন স্ড়রে কি কাজ করে তা জানা সম্ভব। গাছের শরীবৃত্ত, রগেতত্ত্ব ও প্রজনন বিদ্যার উপর ব্যাপক পরীক্ষা-নিরীক্ষা তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ না হলে সম্ভব হত না। উন্নতমানের বীজ উৎপাদন ও নতুন ধরনের ফসল উদ্ভাবনের ফলে কৃষিতে বিপব সাধিত হয়েছে। উলেখ্য যে আমাদের দেশে ময়মানসিংহ আণবিক কৃষি ইনস্টিটিউটের বিজ্ঞানীরা তেজস্ক্রিয় বিকিরণের সাহায্যে নতুন জাতের অধিক ফলনশীল ধান ও পাট উৎপাদন করেছেন।

৩। শিল্পজগতে ঃ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার শিল্পজগতে বৈপবিক পরিবর্তনকে ত্বরান্বিত করেছে।

গাথুনির কংক্রীট, বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত রং, মটরের টায়ার, করখানায় ব্যবহৃত বহুধরনের টিউব, এরোপেনের বেড ও পাখা ইত্যাদী কতখানি মজবুত বা টেকসই তা নির্ধারণের কাজে সন্ধানী আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ধাতু নির্মিত দেয়াল ও মাটির নিচে রক্ষিত পানি বা তেলের পাইপ পরীক্ষা, পেটের বেধ নির্ণয় বা কারখানায় কার্যরত মিস্ত্রিদের দুর্ঘটনার হাত হতে রক্ষার জন্য তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহৃত হয়। এটা ছাড়াও শিল্পজগতে আরও বহুবিধ কাজে এদের জটিল ও বিস্ময়কর প্রয়োগ রয়েছে। গবেষণায়, উৎপাদন প্রক্রিয়ায়, রাসায়নিক শিল্পে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার শিল্পোন্নত দেশে উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে।

৪। পদার্থ ও রাসায়নবিজ্ঞান গবেষণায় ঃ পদার্থ ও রাসয়নবিজ্ঞান গবেষণার ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ এক নতুন যুগের সূচনা করে গবেষণালব্ধ ফল মানুষের কল্যানে নিয়োজিত করছে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার, পদার্থে অণুগঠন, দ্রবণীয়তা প্রভৃতি বিষয়ে গবেষণা এদের সাহায্যে করা সম্ভব হয়েছে।

৫। ভূ-তাত্ত্বিক ও প্রাত্নতাত্ত্বিক গবেষণায় ঃ ভূ-তাত্ত্বিক ও প্রত্নতাত্ত্বিক গবেষণায় আইসোটোপের ভূমিকা অসামান্য। প্রকৃতিতে কিছু কিছু তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ রয়েছে যাদের আয়ুস্কাল অতি দীর্ঘ। বহু কোটি বছর ধরে বিকিরণ করেও এরা সম্পূর্ন নিঃশেষিত হয় নি। কোন খনিজ পদার্থে কি পরিমান তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ এবং তা থেকে উৎপান্ন পদার্থ রয়েছে তার সাহায্যে খনিজের বয়স নির্ণয় করা যায়। একই পদ্ধতির সাহায্য নিয়ে শিলা, সমুদ্র-তলাণী এমনকি পৃথিবীর বয়স নিরূপণ করা যায়। এভাবেই পদার্থের তেজস্ক্রিয়তা প্রাকৃতিক ঘড়ি হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

২.৭ নিউক্লিয়ার ফিশান ও ফিউশন ঃ

১। নিউক্লিয়ার ফিশন এর বাংলা অভিধানিক অর্থ বিভাজন। বিভাজনের ক্ষেত্রে সবচেয়ে গুর"ত্বপূর্ন এবং প্রয়োজনীয় বিভাজন ঘটে ধীর নিউট্রন দ্বারা প্রকৃতিতে ইউরেনিয়ামের বিরর (০.৭%) আইসোটোপ ^{235}U এর উপর আঘাতের ফলে। এ বিভাজনের ফলে মধ্যমভরের যে কোন নিউক্লিয়াস উৎপান্ন হতে পারে। প্রতিবিভাজনে এক বা একাধিক নিউট্রন নিঃসৃত হয় এবং ২০০ এমভি শক্তি উৎপন্ন হয়। শক্তির অধিকাংশ উৎপন্ন নিউক্লিয়াস খন্ডদ্বয় বহন করে। বিক্রিয়াটি সাধারনভাবে এর"c-

এমইভি .....(i)

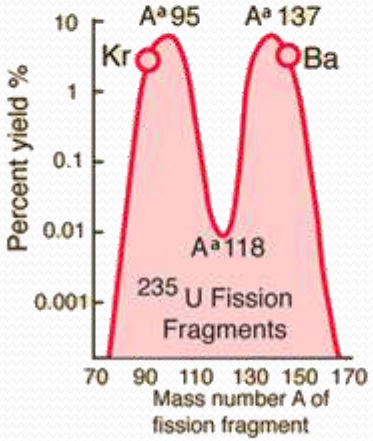
যৌগ নিউক্লিয়াস খুব ক্ষনস্থায়ী ভেঙে দুইটি খন্ড এবং এ পরিণত হয়। এর মান। হতে ৪ যে কোনটি হতে পারে। বিক্রিয়ার দু'টিকে পরমাণু সংখ্যা ও ভর সংখ্যার নিত্যতা সবসময় রক্ষিত হয়। নিচে বিভাজনের একটি নির্দিষ্ট উদাহরন দেয়া হল-

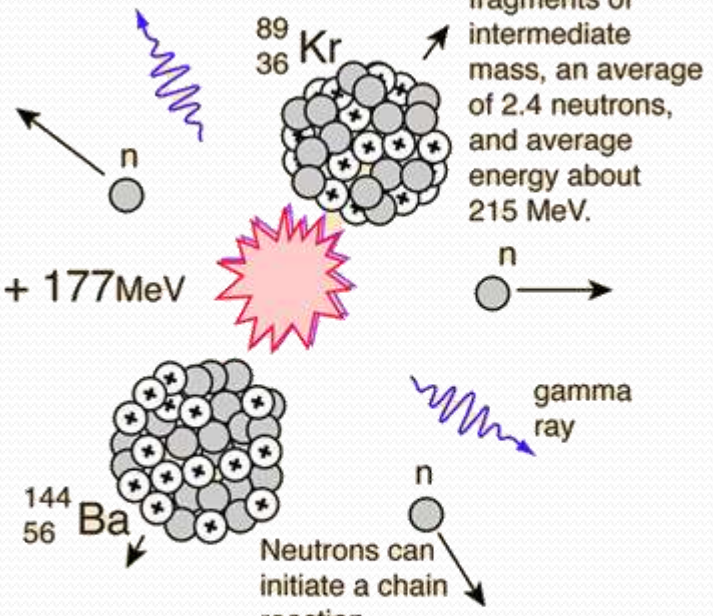
Fission process:

An example of one of the many reactions in the uranium-235 fission process.

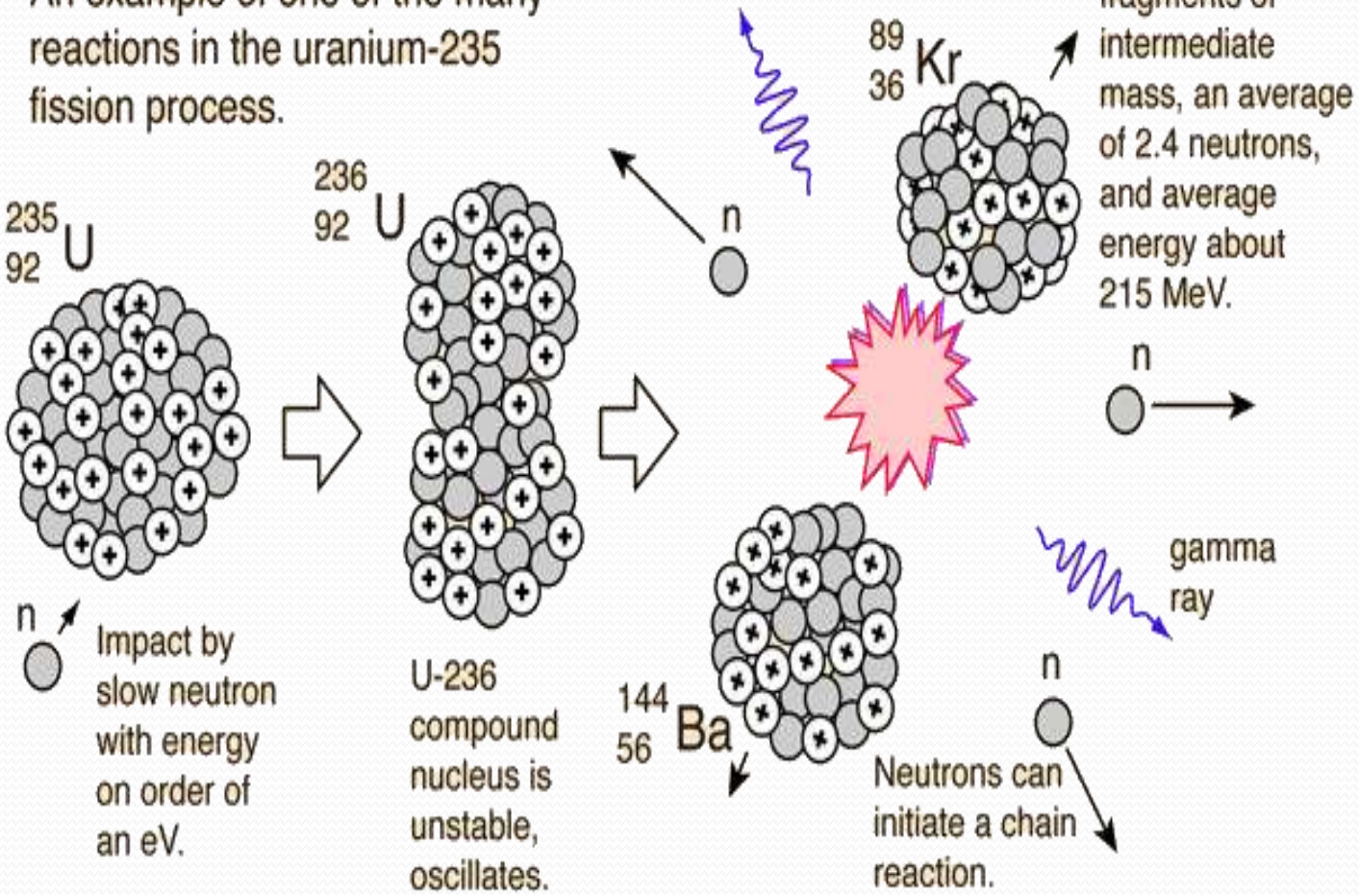
$$n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{236}_{92}U$$

$${}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3n + 177\,MeV$$



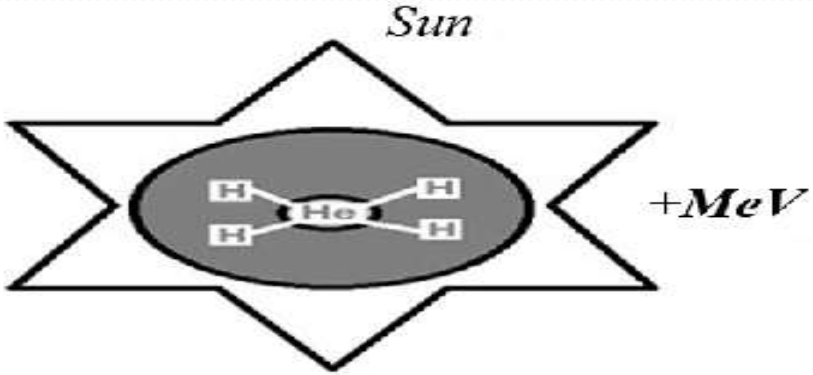


An example of one of the many reactions in the uranium-235 fission process.



নিউক্লিয়ার ফিশন

- ২। নিউক্লিয়ার ফিশন ঃ ফিউশন এর বাংলা অভিধানিক অর্থ-সংমিশ্রণ বা সএকীভরন। একাধিক হালকা পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পরস্পর গলন বা সংযোজনের ফলে প্রচন্ড নিউক্লিয় শক্তি উৎপন্ন হয়। নিউক্লিয়াসের এ ধরনের প্রক্রিয়াকে নিউক্লীয় ফিশন বা নিউক্লিয়াসের সংযোজন বলা হয়।
- ফিউশনজাত শক্তি ঃ উদাহরণ স্বরূপ ডিউটেরন ও ট্রাইটানের ফিউশন প্রক্রিয়া নির্গত শক্তি নির্ণয় করা যাক।প্রক্রিয়াটিনিম্নরূপঃ



$$_{1}^{2}H + {}_{1}^{2}H \longrightarrow {}_{2}^{3}He + {}_{0}^{1}n + 3.27\text{MeV}$$

$$_{1}^{2}H + {}_{1}^{3}H \longrightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{0}^{1}n + 17.59\text{MeV}$$

Fusion:

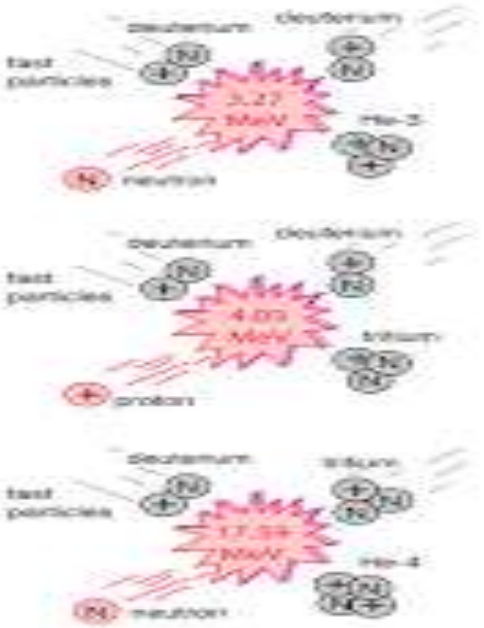
$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n + 3.27MeV$$

Deuterium-deuterium Fusion

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{1}H + ^{1}_{1}H + 4.03MeV$$

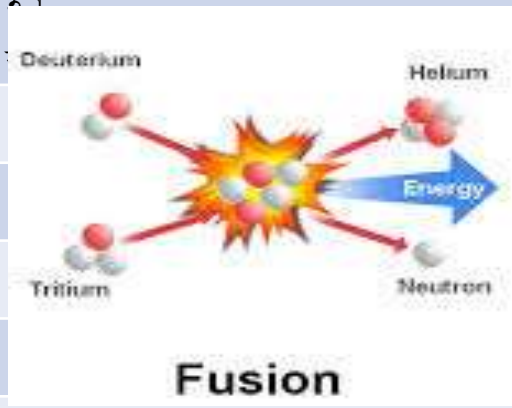
$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + 17.59MeV$$

Deuterium-tritium Fusion



নিউক্লিয়ার ফিশন ও ফিউশনের তুলনা ()

বিবরণ	ডফশন	ফিউশন
১। কি ঘটে ২। নির্গত শক্তি (প্রতি একক ভরে) ৩। ব¨বহৃত উপাদান ৪। জ্বালানির প্রাচুর্য ৫। কিভাবে বিক্রিয়া শুর হয় ৬। কিভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় ৭। কিভাবে প্রক্রিয়া চালু করা হয়। ৮। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের উৎপাদন ৯। নিরাপত্তা আবরনের প্রয়োজন কী? ১০। শক্তি উৎপাদন	ভারী নিউক্লিয়াসের বিভাজন কম (তুলনামূলকভাবে) () ইত¨াদী ব¨য় বহুল জালানির উৎস সমীতি, প্রচুর পরিমাণে নিম্নশ্রেনীর আকরিক বিদ¨মান উপাদান দ্বারা নিউট্রন শোষণের ফলে। শিকল বা চেইন বিক্রিয়া দ্বারা নিয়ন্ত্রণ দন্ডের সাহায্যে¨ হয় হ¨াঁ	হালকা নিউক্লিয়াসের সংযোজন বেশি () প্রভৃতির নিউক্লিয়াস স্বল্প ব¨য়ে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। অতি উচ্চ উত্তাপের সাহায্যে¨। উত্তপ্ত পাজমা আব× রেখে (গবেষণা চলছে) চৌম্বক ক্ষেত্রের সাহায্যে¨ হয় না। হ¨াঁ গবেষণায় সীমাব×।



অধ্যায়-০৩

নিউক্লিয়ার পার্টিক্যাল ডিটেকটরস

৩.১ নিউক্লিয়ার রেডিয়েশন ডিটেকটরস এর প্রকারভেদ ঃ

নিউক্লিয়ার রেডিয়েশন ডিটেকটরস এর বাংলা অভিধানিক হল, নিউক্লীয় বিকিরণ শনাক্তকারক। আর, নিউক্লিয়ার পার্টিক্যাল ডিটেকটরস হল নিউক্লীয় কণা উদঘাটক বা শনাক্তকারক।

নিউক্লীয় বিক্রিয়া ও ক্ষয়ের ফলে বিভিন্ন ধরনের কণা বের হয়। এগুলো আকারে এতই ক্ষুদ্র যে এদেরকে চোখে দেখা সম্ভব নয়। কাজেই এদের উদঘাটন, সংখ্যা গণনা এবং শক্তি পরিমাপ নিউক্লীয় পদার্থ বিজ্ঞানের একটি অপরিহার্য অঙ্গ।

নিউক্লীয় বিক্রিয়ার বা ক্ষয়ে সাধারণত দু'ধরনের কণা বা বিকিরণ নিঃসৃত হয় ঃ

(ক) আহিত কণা ঃ বিটা, প্রোটন, আলফা, ডিউটেরন, ভারী আয়ন, ফিশন খন্ড ইত্যাদী।

(খ) অনাহিত কণা বা রশ্মি ঃ নিউট্রন, নিউট্রিনো, গামা ইত্যাদী।

নিউক্লীয় ক্ষয় ও বিক্রিয়া জাত এসব কণা বা রশ্মির উপর পরীক্ষা নিরীক্ষা চালানোর জন্য যথোপযুক্ত ডিটেকটর বা উদঘাটক ব্যবহার করতে হয়। এদের উদঘাটনের জন্য মৌলিক প্রয়োজন হল ঐ কণা বা রশ্মি দ্বারা ডিটেকটরের মধ্যে শক্তির অপচয় ঘটানো। আহিত কণা যে পথে চলে সে পথের পরমাণু এ কণা দ্বারা আয়নিত বা উত্তেজিত (এক্ষেত্রে কক্ষস্থিত ইলেকট্রন খসে পড়ে না) হয়। প্রক্রিয়া দু'টির যে কোনটি কাজে লাগিয়ে আহিত কণা উদঘাটন করা সম্ভব।

প্রথমোক্ত প্রক্রিয়া কাজে লাগিয়ে যে ধরনের ডিটেকটর ব্যবহার করা হয় সেগুলোর মধ্যে নিচেরগুলো উলেখযোগ্য ঃ

(১) গ্যাসপূর্ন ডিটেকটর ঃ

(ক) আয়নাইজেশন চেম্বার,

(খ) প্রোপরশনাল কাউন্টার,

(গ) গাইগার ম্যুলর টিউব ,

(২) ক্লাউড চেম্বার ঃ

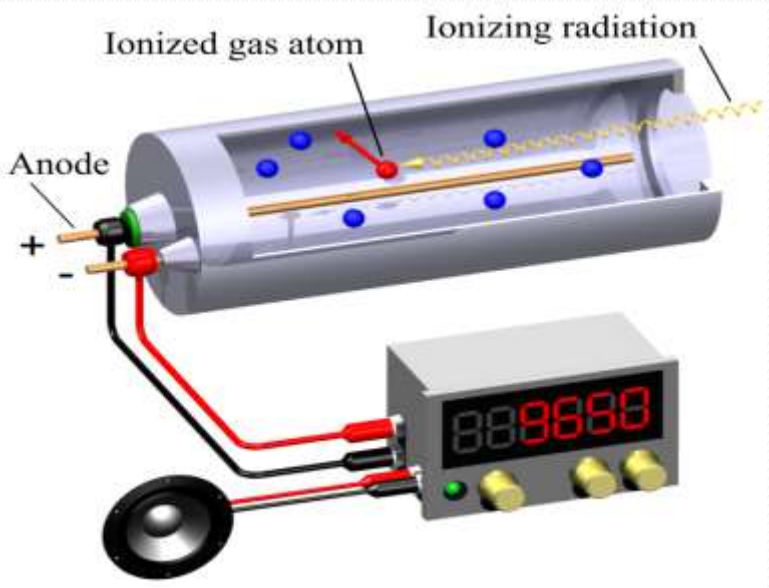
(ক) বাবল চেম্বর

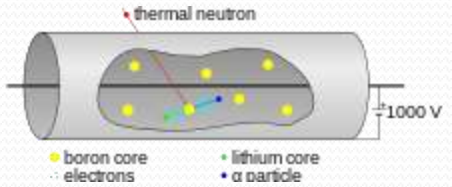
(খ) সিন্টিলেশন কাউন্টার

(৩) ফটোগ্রাফিক ইমালশন সিস্টেম ।

শেষোক্ত প্রক্রিয়াটির বেলায় সিনটিলেশন বা কণাদীপ্ত কাউন্টার ব্যবহার করা হয়।

৩.২ Construction and working principle of Geiger Muler Tube:





গাইগার মুলার টিউবে আলফা বিটাএবং গামা রশ্মি শনাক্তকরণ ও পরিমারপর জন্য ব্যবহৃত হয় ।এ গাইগার মুলার টিউবকে গাইগার টিউব বলা হয়।

এ টিউবটি একটি ডায়োড, যার ক্যাথোডটি একটি লম্বা ধাতব সিলিন্ডারের মত এবং অ্যানডটি একটি চিকন তারের আকৃতির মত যা ঐ সিলিন্ডার আকৃতির ক্যাথোডের কেন্দ্রের মদ্য বরাবর অবস্থিত। এ দুইটি জিনিসই বায়ুর ন্দ্ধ অবস্থায় কাচ মোড়কের সাহায্যে একটি অতি পাতলা জানালার মত ব্যবস্থার মাধ্যমে সীল করা থাকে, যাতে এক প্রান্ড় দিয়ে বিকিরণ ঢকতে পারে। কাচ মোডকের মধ্যে থেকে বাতাস বার করে নেয়া হয় এবং অল্প পরিমাণ নিষ্ক্রিয় গ্যাস যেমন- আর্গন ঢকিয়ে দেয়া হয়। ব্যটারি ভোল্টেজ গ্যাস আয়নিকরণ ভোল্টোকণাদীপ্ত কাউন্টার ব্যবহার করা হয়।

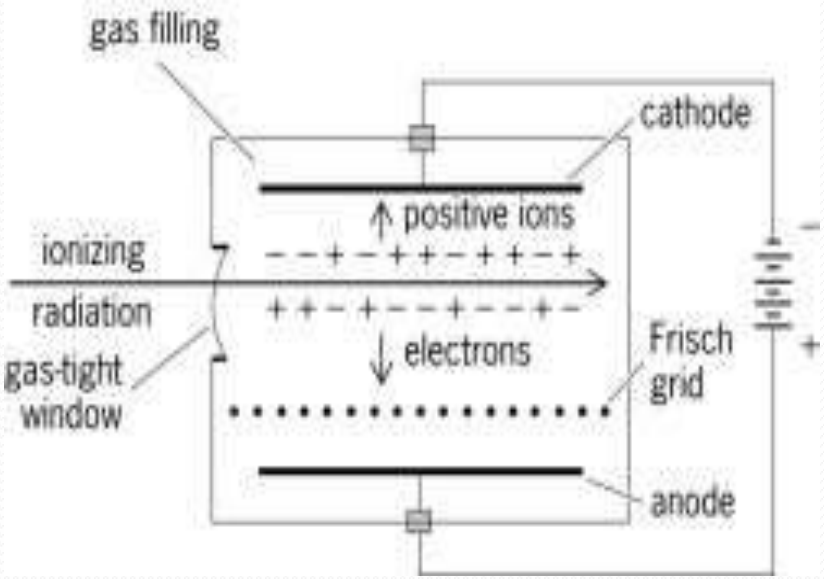
ণিতে কতগুলো উলেখযোগ্য ফিউশন বিক্রিয়া ও তৎসহ নিঃসারিত শক্তির পরিমাজের চেয়ে কম রাখা হয়। এ অবস্থায় যদি বিকিরণ জানালা ভেদ করে কাচ মোড়কের মধ্যে ঢুকে পাড়ে তাহলে কিছু গ্যাস পরমাণুকে আয়নিত করবে। এর ফলে নেগেটিভ আয়ন অ্যানোডের দিকে এবং পজিটিভ আয়ন ক্যাথোডের দিকে ধাবিত হবে।

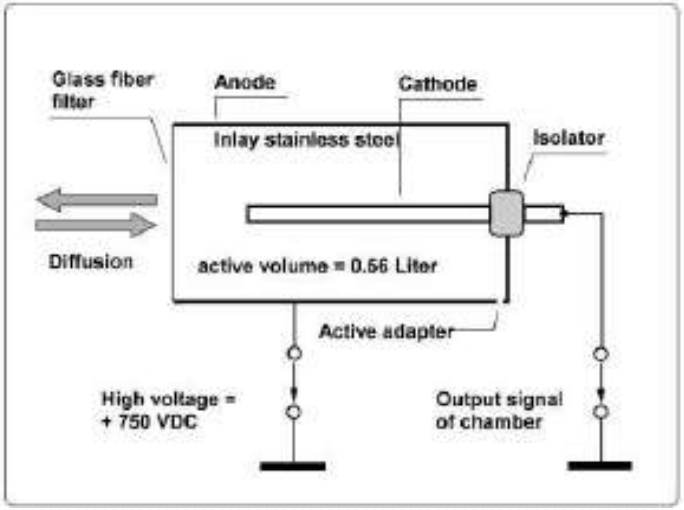
এভাবে আয়নগুলোর সাথে কিছু গ্যাসের পরমাণুর সংঘর্ষ ঘটবে এবং ঐ পরমাণুগুলো আয়নিত এ পদ্ধতি চলতেই থাকবে, সমস্ড় গ্যাস পরমাণু আয়নিত হওয়া পর্যন্ড়। প্রকৃত পক্ষে সমস্ড় গ্যাস আয়ানায়ন হতে তেমন সময় লাগে না । এভাবে একটি কারেন্ট পালস টিউবের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ কারেন্ট অ্যানোড সার্কিটে সংযুক্ত রেজিস্ট্যান্স এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এর ফলে এর সাপেক্ষে ভেঅল্টেজই আউটপুট ভোল্টেজ হিসাবে পাওয়া যায়। একবার গ্যাসের আয়নিকরণ ঘটলে এটা চলতেই থাকে। অ্যানোড এবং ব্যাটারির সাথে সিরিজে সংযুক্ত রেজিস্টার এর রেজিস্ট্যান্স উচ্চ মানের হয়, যখন আয়নগুলোর দ্বারা রেজিস্টারের মধ্য দিয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তখন এর সাপেক্ষে বেশি ভোল্টেজ পাওয়া যায়। সন্ড়োষজনক আউটপুট ভোল্টেজ পাওয়া যায়, যখন অ্যানোড বা পেট ভোল্টেজ আয়নায়িত পটেনশিয়ালের নিচে থাকে।

গ্যাস যদি আয়নিত না হয় তাহলে রেজিস্টার এ মধ্য দিয়ে কোন কারেন্ট প্রবাহিত হয় না এবং কোন আউটপুটও পাওয়া যাবে না। আবার গ্যাস ডিআয়োনাইজড হলে এর মধ্য দিয়ে কোন কারেন্ট যাবে না এবং আউটপুটও পাওয়া যাবে না।

এখন পুনরায় বিকিরণ টিউবের মধ্যে প্রবেশ করলে গ্যাস আয়নিকরণ শুর হবে, এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহ ঘটবে এবং আউটপুট ভেঅল্টেজ পাওয়া যাবে। এভাবে আলফা অথবা বিটা কণার সিরিজ অথবা গতিসম্পন্ন গামা রশ্মির জন্য ধারাবহিকভাবে কারেন্ট পালস টিউবের অ্যানোড সার্কিট অর্থাৎ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে। রেজিস্ট্যান্স থেকে প্রাপ্ত আউটপুট পালসকে বিবর্ধিত করে গণনা যন্ত্র বা কাউন্টার মেশিনের সাহায্যে গণনা করা যায়। গনণাকৃত পালসের সংখ্যা থেকে জানা যাবে একটি নির্দিষ্ট সময়ে গাইগার মুলার টিউবের মধ্যে ঢুকে যাওয়া বিকিরণ বা কণার সংখ্যা । এ সংখ্যা থেকে বিকিরণের তীব্রতা জানা যায়। কোন কোন ক্ষেত্রে পালসগুলো জমাকৃত করে তেজস্ক্রিয়ার সাপেক্ষে সর্বমোট সংখ্যা ক্যালিব্রেট করা যায়। এ টিউবের গণনার হার খুব একটা বেশি নয়, প্রতি সেকেন্ডে ১০৩ সংখ্যা।

I3.3 Construction and working principle of ionization chamber



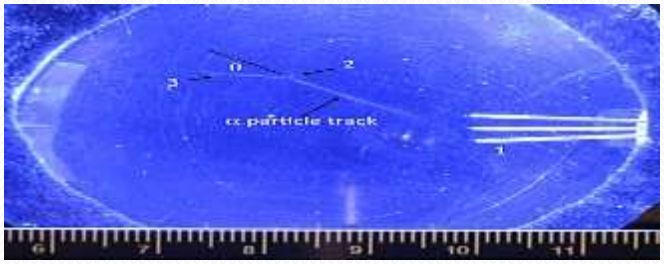


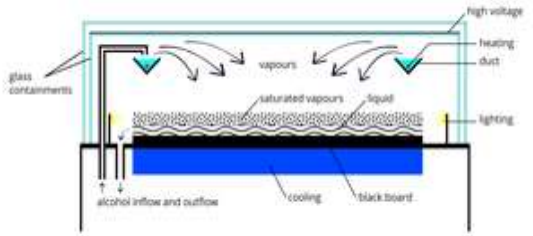
আয়নিকরন কক্ষটি একটি ধাতব সিলিন্ডার বিশেষ যার এক প্রান্ড় বিকিরণ প্রবেশ করতে পারে এমন একটি জানালার মত ব্যবস্থার মাধ্যমে সীল করা হয়। সিলিন্ডারের অণ্য প্রান্ড় বদ্ধ থাকে এবং এ প্রান্ড় থেকে একটি ধাতব রড বাইরের দিকে প্রসারিত অবস্থায় রাখা হয়, এটাকেই কেন্দ্রীয় ইলেকট্রোড বলা হয়। ধাতব সিলিন্ডারটি বহিঃস্থ ইলেকট্রোড হিসাবে কাজ করে। কেন্দ্রায় ইলেকট্রোডটি রেজিস্ট্যান্স (এর মাধ্যমে ভূমি সংযুক্ত বা গ্রাউন্ড করা হয়। এ রেজিস্টার এর রেজিস্ট্যান্স খুব উচ্চ মানের করা হয়। একটা বড় মাতনের ভোল্টেজ বহিঃস্থ ইলেকট্রোড প্রয়োগ করা হয়। আয়নিকরণ কক্ষ বায়, কার্বন ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন, আর্গন অথবা মিথেন যে কোন গ্যাসে পূর্ন থাকে।

এ আয়নাইজেশন চেম্বারের ক্রিয়া গাইগার ম্যূলার টিউবের অনুরূপ। ধরা যাক চেম্বারটি বায়ু পূর্ন আছে। এ অবস্থায় নিউক্লীয় বিকিরণ জানালা () দ্বারা চেম্বারের মধ্যে প্রবেশ করলে বাতাসের কিছু সংখ্যক পরমাণু আয়নিত হবে। এর ফলে ধনাত্মক বা পপিটিভ আয়ন কেন্দ্রীয় ইলেকট্রোডের দিকে ধাবিত হবে আর ঋনাত্মক বা নেগেটিভ আয়ন বহিস্থ ইলেট্রোডের দিকে যাবে। এভাবে আয়নের যাতায়াতের ফলে পরমাণুর সাথে সংঘর্ষ ঘটে আরও পরমাণু আয়নিত হয়, এ ক্রিয়া সম্পূর্ন বাতাস আয়নিত না হওয়া পর্যন্ড় অব্যাহত থাকবে। কিন্তু এ ক্রিয়া অর্থাৎ সম্পূর্ন বাতাস বা গ্যাস আয়নিত হওয়াটা একটা মূহূর্তের ব্যাপার মাত্র।

কেন্দ্রীয় বা সেন্টাল ইলেকট্রোড গ্রাইন্ড পটেনশিয়ালে থাকে এবং পজিটিভ আয়ন সংগ্রহ করে। এ ইলেকট্রোডের () পটেনশিয়ালকে বৃদ্ধি করা হয় এবং এটাকেই চেম্বারের আউটপুট সিগন্যাল বলা হয়। এ সিগন্যালকে বিবর্ধিত করে () পরিমাপ করা হয়। এ পটেনশিয়াল বৃদ্ধির সাথেই চেম্বারর মধ্যে ঢুকা বিকিরণের কণার সংখ্যার সম্পর্ক রয়েছে। এভাবে নিউক্লিয় বিকিরণের তীব্রতা () নির্ণয় করা যায়।

- **৩.৪ ক্লাউড চেম্বার () ঃ**
- ক্লাউড চেম্বার বা মেঘ প্রকোষ্ঠের বৈশিষ্ট্য হল এই যে, এর সাহায্যে কণার গতিপথের ছবিও তোলা যায়। ফলে গতিপথ পর্যবেক্ষণ থেকে আধান, ভর ও শক্তি সম্পর্কে বিস্ড়ারিত জানা সম্ভব হয়। মেঘ প্রকোষ্ঠের সাহায্যেই নভোরশ্মির উপর পরীক্ষা-নিরীক্ষঅ করে পজিট্রন, মিউন, মেসন প্রভৃতি অনেক নতুন কণা আবিস্কার সম্ভব হয়েছে।





১৯৯১ সালে উইলসন সর্বপ্রথম একটি কার্যকর মেঘকক্ষ নির্মান করেন। ৩.৩ নং চিত্রে একটি মেঘ প্রকোষ্ঠের নকশা দেখানো হয়েছে। কক্ষটি হল একটি কাচের সিলিন্ডার যার এক প্রান্তে গাস নির্মিত ঢাকনা থাকে এবং অপর প্রান্তে একটি পিস্টন সিলিন্ডারের সাথে বায়ু সংযোগবিহীন উপায়ে আটকান থাকে। সামান্য পরিমাণ পানি থাকার ফলে কক্ষের বায়ু বাষ্প-পরিপৃক্ত অবস্থা থাকে। পিস্টনটিকে সহসা নিহচের দিকে নামালে ভিতরের গ্যাস রুদ্ধতাপে সম্প্রসারিত হবে এবং খুব দ্রুত এর তাপমাত্রা কমে যাবে। এর ফলে সেখানে বাষ্প অতিপরিপুক্ত অবস্থায় থাকবে। এ অবস্থায় জলীয় বাষ্পের ভিতর কোন আয়ন উপস্থিত থাকলে সেই আয়নের উপর বাষ্প জমে উঠতে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বিন্দুর সৃষ্টি করবে। যতক্ষন পর্যন্ত অতিপরিপৃক্ত অবস্থায় বিদ্যমান থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত বাষ্প জমতে বিন্দুগুলোর আকার ক্রমশঃ বৃদ্ধি পায়। একটি আহিতকণার গতিপথের উপরই আয়ন সৃষ্টি হয় ফলে সমগ্র গতিপথ বরাবর অসংখ্য দৃশ্যমান বিন্দুর সৃষ্টি হবে। অতিপরিপৃক্ত অবস্থায় খুবই কম সময় (কয়েক মি.সে.) স্থায়ী হয়। সুতরাং কণা গতিপথের ছতি অতি দ্রুত তুলে নেয়ার ব্যবস্থা করা হয়। তা' না হলে অতিপরিপৃক্ত অবস্থার অবসানের সাথে বিন্দুগুলো অন্তর্হিত হয়। একই সাথে দুই জায়গা থেকে কণা গতিপথের ছবি তুলে গতিপথের ত্রিমাত্রিক চিত্র গঠন করা সম্ভব।

গতিপথের উপর জমে উঠা বিন্দুগুলোর প্রতি একক দৈর্ঘ্যে সংখ্যা নিরুপণ করে কণাটির আধানের পরিমাপ করা যেতে পারে। আবার কক্ষের ভিতর চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করে, আহিত কণার গতিপথ দেখে এর আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়। এছাড়া গতিপথের বক্রতার ব্যসার্ধ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের তীব্রতার পরিমাণ জেনে কণাটির ভরবেগও নির্ণয় সম্ভব।

৩.৫ বাবল চ্যাম্বার () ঃ

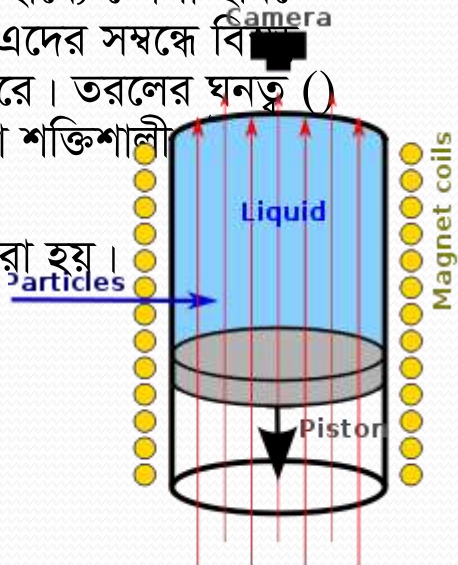
বাবল চ্যাম্বার বা বুদবুদ প্রকোষ্ঠের বাষ্পের ঘনত্ব খুবই কম বলে অনেক সময় শক্তিশালী কণঅ বিশেষ কোন শক্তি ক্ষয় না করেই বের হয়ে যেতে পারে। ফলে গতিপথের ছবি তুলতে অসুবিধার সৃষ্টি হয়।

১৯৫২ সালে মিশিগান বিশ্ববিদ্যালয়ের বিজ্ঞানী গেজার () কণার গতিপথ পর্যবেক্ষণের উন্নততর ব্যবস্থার কথা বলেন। এখানে অতিপরিপৃক্ত বাষ্পের পরিবর্তে অতি-তাপীয় তরল পদার্থের ব্যবহার দ্বারা বুদ্বুদ প্রকোষ্ঠ গঠন করা হয়।

যদি কোন তরল পদার্থকে তরল অবস্থায় বিদ্যমান রেখে উচ্চ চাপে স্বাভাবিক স্ফুটনাংকের চেয়ে বেশি তাপমাত্রায় উন্নীত করা হয় তবে এটি অতি-তাপীয় () তরলাবস্থায় আছে বলে পরিগনিত হবে। আমরা জানি, এক ও পাঁচ বায়ুমন্ডলীয় চাপে তরল হাইড্রোজেনের স্ফুটানাংক যথাক্রমে 20K ও 27K | এখন যদি 27K

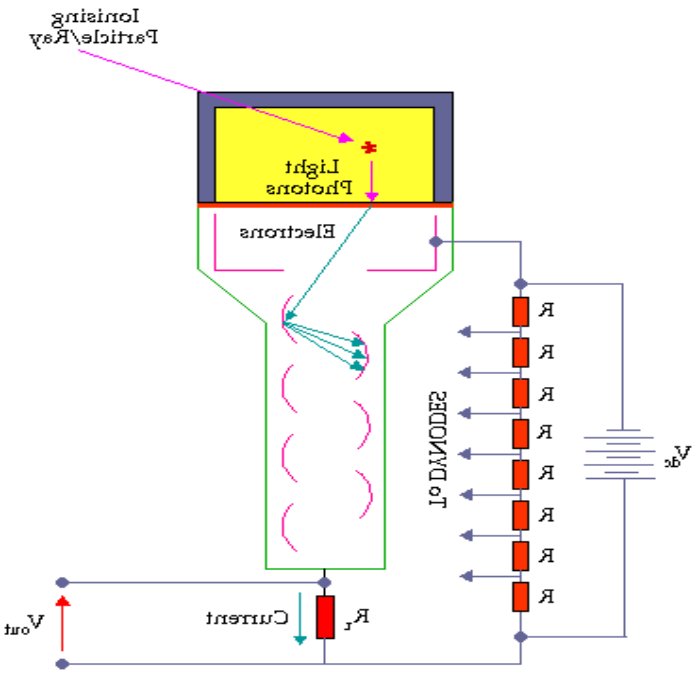
তাপমাত্ররা হাইড্রোজেনের চাপ সহসা পাঁচ থেকে এক বায়ুমন্ডলে নামিয়ে আনা যায় তবে তরল হাইড্রোজেন অতিমাত্রায় উত্তাপ্ত হয়ে পড়বে। স্ফুটন শুর" হবার আগে এ অবস্থা খুব কম সময় (কয়েক মি.সে.) স্থায়ী হয় এবং এ সময়ের মধ্যে বুদ্বুদ কক্ষে আয়নের উপস্থিতি সেগুলোর উপর বুদ্বুদ গড়ে উঠে। একটি আহিত কণার গতিপথের উপরই আয়ন সৃষ্টি হয় বলেই সমগ্র গতিপথ বারবর বহুসংখ্যাক বুদ্বুদের সৃষ্টি হয়। এগুলো দৃশ্যমান হতে দশ থেকে একশ মাইক্রোসেকেন্ড সময় লাগে। ক্যামেরার সাহায্যে তোলা ছবিতে এসব গতিপথ দৃষ্টিগোচর হয়। এসব ছবিতে প্রাপ্ত আয়নের গতিপথ বিশেষণ করে এদের সম্বন্ধে বি ারিত পাওয়া যায়।একটি হাইড্রোজেন কক্ষের দৈর্ঘ্য দেড় থেকে দুই মিটার হতে পারে। তরলের ঘনত্ব () বেশি হওয়ার খুব শক্তিশালী কণাও এর সাহায্যে পর্যবেক্ষণ করা যায়। আর তাছাড়া শক্তিশালী ক্ষেত্রে সাহায্যে স্বল্প পরিসরে আহিত কণাগুলোকে যথেষ্ট বাকানো সম্ভব হয়।

তরল পদার্থ হিসাবে ডিউটেরিয়াম, হিলিয়াম প্রভৃতিও এ ধ রনের বৃদ্বুদকক্ষে ব্যবহার করা হয়।



৩.৬ সিন্টিলেশন কাউন্টার এর গঠন ও কার্যনীতি () ঃ

Material	Form	
NaI (Tl)	crystal	
CsI (Na)	crystal	
$CaWO_4$	crystal	
ZnS (Ag)	powder	
p-terphenyl in toluene	liquid	
p-terphenyl in polystyrene	plastic	

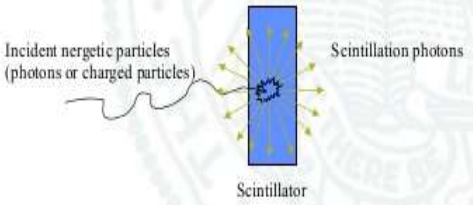


Scintillator

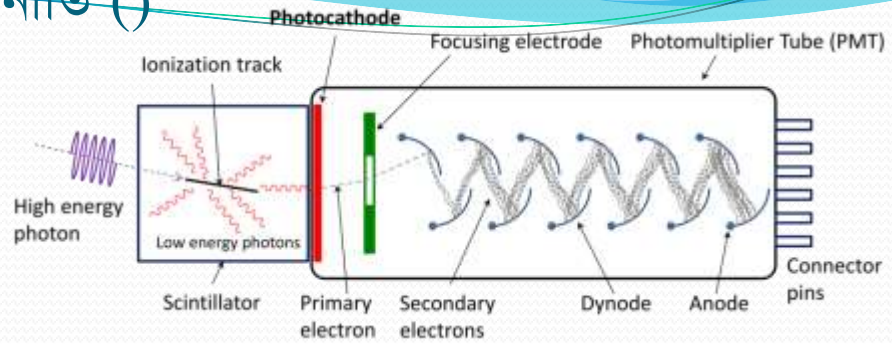
Youngho Seo

From Wikipedia,

- A scintillator is a device or substance that absorbs high energy (ionizing) electromagnetic or charged particle radiation then, in response, fluoresces photons at a characteristic Stokes-shifted (longer) wavelength, releasing the previously absorbed energy.
- Most scintillators are inorganic crystals.
- Examples are: NaI(Tl) (commonly used in gamma cameras), BaF_2, CsI, BGO (bismuth germanate, commonly used in PET), $LaBr_3$, LuI_3, etc.



সিন্টিলেশন কাউন্টার এর গঠন ও কার্যনীতি ()



কোন কোন কেলাস সোডিয়াম আয়োডাইড

অ্যানথ্রাসিন ,যেমন- জিঙ্ক সালফাইড , ন্যাপথালিন প্রভৃতি আলফা, বিটি অথবা গামা এ তিনটি কণার যে কোন একটি দ্বারা আঘাত প্রাপ্ত হলেই সেই সময় একটি ক্ষুদ্র ফ্ল্যাশ লাইটের সৃষ্টি করে। আলফা, বিটা অধবা গামা রশ্মি উলেখিত ক্রিস্টালসমূহে আঘাত করার ফলে ফ্ল্যাশ লাইট (থেমে থেমে জলে এমন আলো) সৃষ্টি হওয়াকে সিনটিলেশন বলা হয়। এ নীতিতে যে যন্ত্র নিউক্লীয় বিকিরণ শনাক্তকরণ প্রক্রিয়াতে ব্যবহার করা হয়, তাকে সিনটিলেশন কাউন্টার বলা হয়।নং চিত্রে সিনটিলেশন গণকযন্ত্র বা কাউন্টারের গঠন দেখানো হয়েছে। সব সময় একটি বিকিরণের কণা সিনটিলেশন ক্রিস্টালে আঘাত করে এবং একটি ক্ষুদ্র ফ্ল্যাশ সৃষ্টি হয়। এ ফ্ল্যাশ লাইটকে ফটোমাল্টিপায়ার দ্বারা বিবর্ধিত করা হয়। এ ফটোমাল্টিপেয়ারের আউটপুটে প্রতিটি কণা একটি কারেন্ট তৈরি কারে, যাকে অ্যানোড কারেন্ট পালস বলা হয়। ফটোমাল্টিপায়ারের আউপুট সিগন্যালকে একটি দ্র ত গতিসমম্পন্ন ইলেকট্রনিক কাউন্টারে প্রয়োগ করা হয়, যা সিনটিলেশন ক্রিস্টাল থেকে সৃষ্টি প্রতিটি ক্ষুদ্র ফ্ল্যাশকে গণনা করে। এভাবে একটা সময়ের পালস গণনা করে বিকিরণের তীব্রতা নির্ণয় করা যায়।

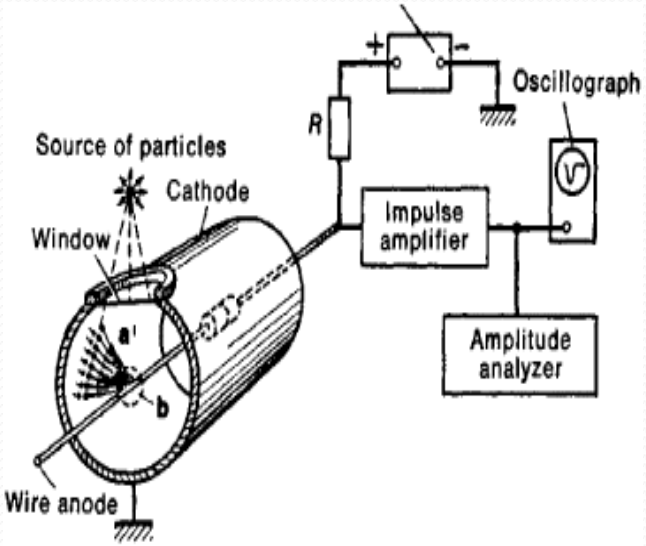
সিনটিলেশন কাউন্টারের সুবিধা

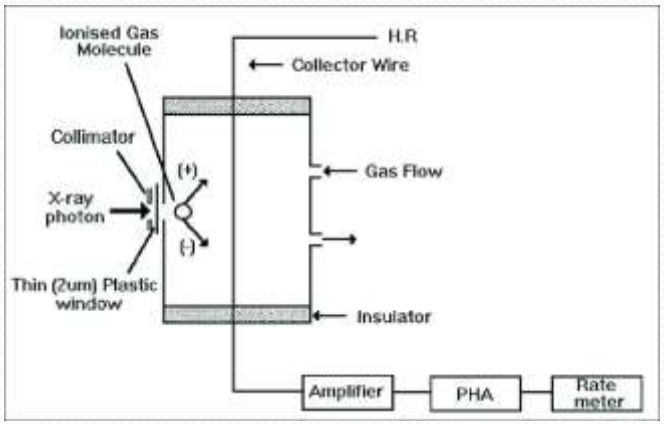
এটি গাইগার ম্যুলার টিউব অপেক্ষা বেশি সুবেদী , এ কারণে নিু লেভেলের বিকিরণও শনাক্ত করা যায়।

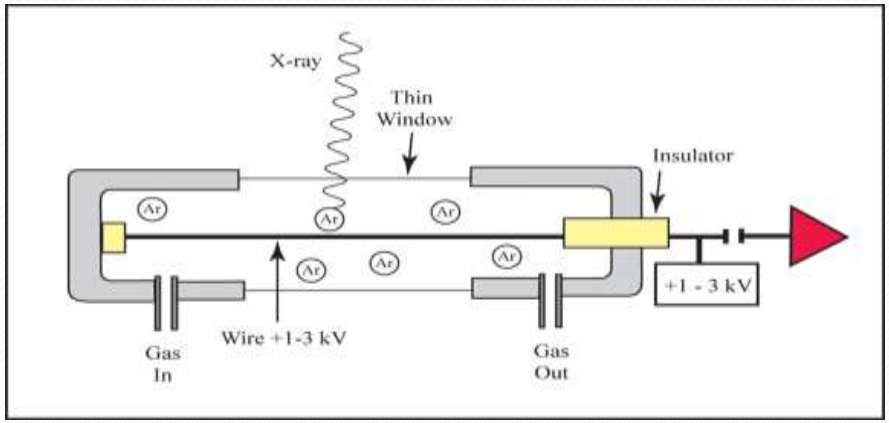
এ ডিভাইসে যে সব ক্রিস্টাল ব্যবহার করা হয় সেগুলো এক্স-রে দ্বারা আঘাত প্রাপ্ত হলেও ফ্ল্যাশ লাইট উৎপন্ন করে। তাই ট্রান্সডিউসারটি এক্স-রে শনাক্তকরণের কাজেও ব্যবহার হতে পারে।

এটি খুব দ্র ত গতিসম্পন্ন। এর সময়ের পালসকেও সহজেই গণনার মাধ্যমে রেকর্ড করতে পারে।

3.7 Construction and working principle proportional counter:







৩.৭ সেমিকন্ডাকটর ডিটেকটরস ঃ

সেমিকন্ডাকটর ডিটেকটরস এর বাংলা অভিধানিক অর্থ সেমিপরিবাহী উদঘাটক।

১৯৪৫ সালে নেদারল্যান্ডের বিজ্ঞানী ভ্যান হিরডেন নিউক্লীয় কণা গননার জন্য সর্বপ্রথম একটি সরল সেমিপরিবাহী ডিটেকটর বা উদঘাটকের প্রবর্তন করেন। এর চার বছর পরে মার্কিন বিজ্ঞানী ম্যাককেই অপদ্রব মিশ্রিত সেমিপরিবাহী দ্বারা সংযোগ শ্রেণীর একটি উন্নততর উদঘাটকের উদ্ভাবন করেন। তিনি দেখান যে, জার্মেনিয়াম কেলাস দ্বারা তৈরি () সংযোগ আলফাকণা উদঘাটনে ব্যবহার করা যায়। তিনি আরও একটি গুর"ত্বপূর্ন আবিস্কার করেন যে, এ ধরনের একটি সমবায় থেকে ইলেকট্রন-হোল জোড়া উৎপন্ন করতে মাত্র ৩ ইভি শক্তির প্রয়োজন অথচ গ্যাসে আয়ন-জোড়া উৎপন্ন করতে এর প্রায় বারো গুন শক্তির প্রয়োজন।

১৯৫৭ সালে মেয়ার ও গসিক দেখান যে জার্মেনিয়াম উদঘাটকের আউটপুট ব্যত্যয় উচ্চতা আলফাকণার শক্তির সাথে সমানুপাতিক। ফলে সেমিপরিবাহী উদঘাটক একটি আনুপাতিক প্রকোষ্ঠর মত কাজ করে। ১৯৫৮ সালে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে এধরনের উদঘাটকের সাধারণ ব্যবহার প্রচলিত হয় এবং পরে বহুবিধ উন্নতি মাধ্যমে ক্রমশ এর ব্যাপক ব্যবহার শুর" হয়।

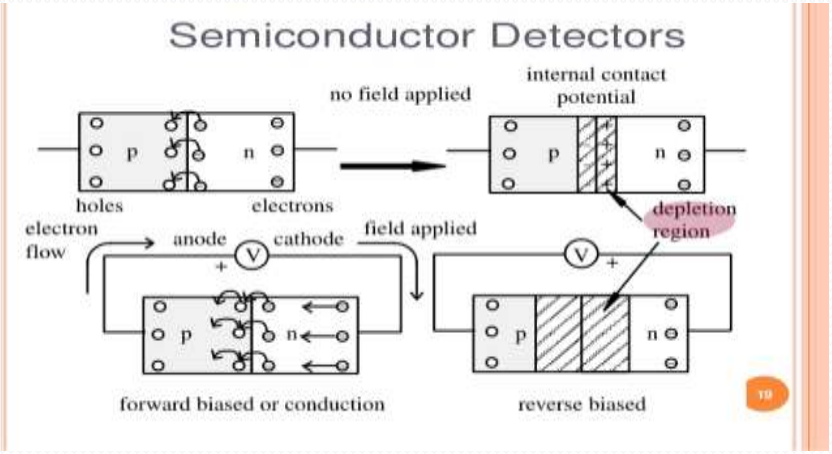
সংযোগের প্রকৃতিভেদে সেমিপরিবাহী উদঘাটক তিন ধরনের হয়ে থাকে ঃ

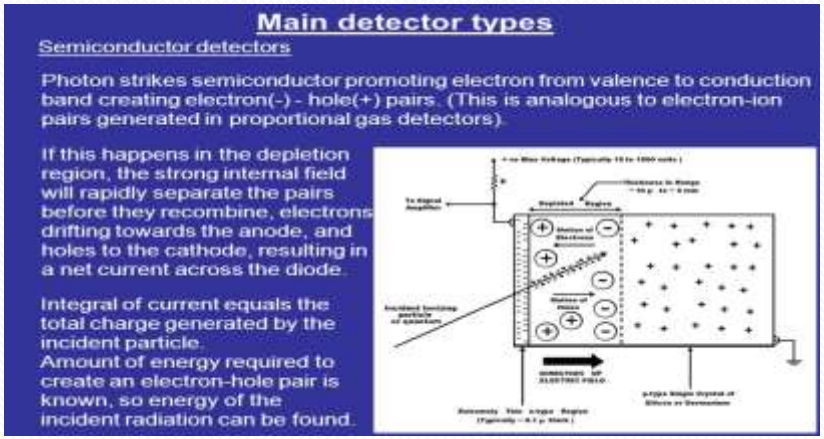
(ক) ডিফিউজড জাংশন বা ব্যাপ্ত সংযোগ শ্রেনী ,

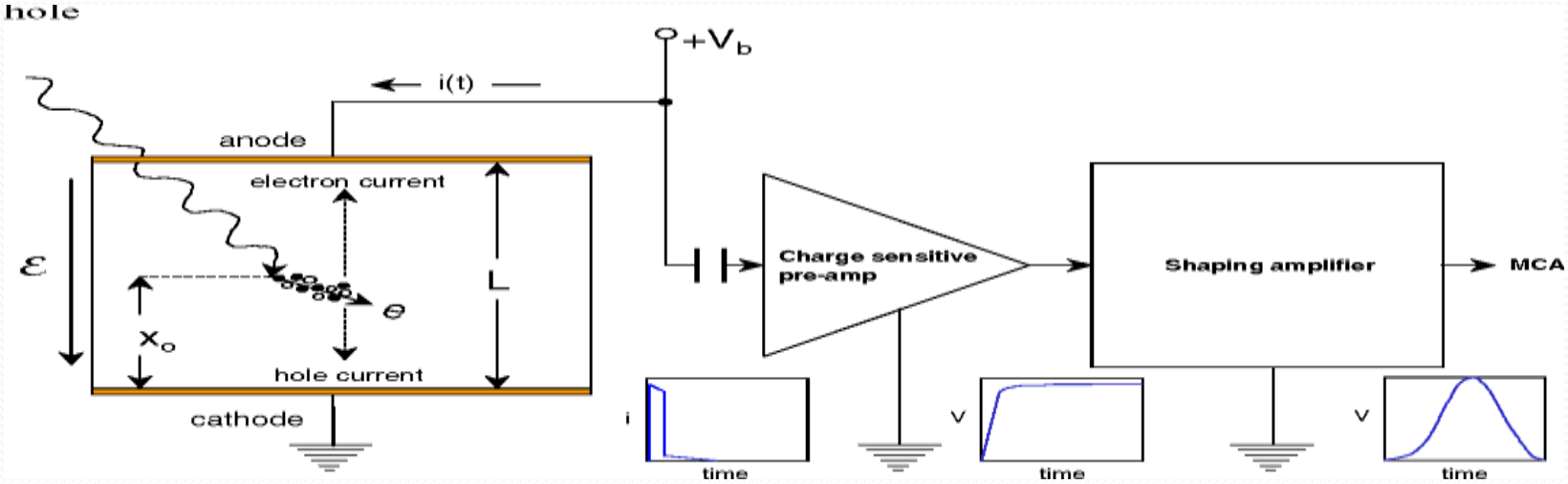
(খ) সারেফেচ বেরিয়ার বা পৃষ্ঠবাধ শ্রেনী

(গ) আয়ন ড্রিফটেড বা আয়ন-তাড়িত শ্রেনী সেমিকন্ডাকটর ডিটেকটরস।

সেমিকন্ডাকটর ডিটেকটরস







সংযোগ তৈরির পার্থক্য ছাড়া প্রথমোক্ত দু'ধরনের উদঘাটকের নীতি প্রায় অভিন্ন। উদঘাটিতে হ্রাসকৃত () অঞ্চল রয়েছে- এ অঞ্চল হচ্ছে অতিরিক্ত (উদ্বৃত্ত) ইলেকট্রন বা হোল-শূন্য অঞ্চল যার একদিকে রয়েছে () -শ্রেণির পরিবাহী (ইলেকট্রনদাতা) ও অন্যদিকে রয়েছে হোল বা ইলেকট্রন গ্রাহক হিসাবে () -শ্রেনীর সেমিপরিবাহী (চিত্র: ৩.৫) । ব্যাপ্ত সংযোগ শ্রেনীর উদঘাটকের বেলায় ()- শ্রেনীর সিলিকন (বা জার্মেনিয়াম) সেমিপরিবাহীর উপর অতীব পাতলা ()-শ্রেনীর আস্ড়রণ বা স্ড়র () থাকে। ফসফরাস জাতীয় পঞ্চযোজী পরমাণুর ব্যাপনের দ্বারা এটি করা হয়।

অপরপক্ষে ()-শ্রেনীর সিলিকনের ক্ষোদিত () পৃষ্ঠকে বায়ুতে রেখে জরিত () করানো হয়। ফলে পৃষ্ঠটি অক্সাইড স্ড়রে পরিণত হয়ে () -শ্রেনীর সেমিপরিবাহী হিসাবে কাজ করে। এভাবে তৈরি "পৃষ্ঠবাধ সংযোগ" উদঘাটক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। উলেখ্য যে ব্যবহৃত বেশির ভাগ উদঘাটকই এ ধরনের।

উপরোক্ত পদ্ধতি দু'টির মাধ্যমে সৃষ্ট সংযোগকে প্রাথমিকভাবে শুধু () সংযোগ বলা যেতে পারে। কিন্তু শীঘ্রই () অঞ্চলে থেকে উদ্বৃত্ত ইলেকট্রন ব্যাপনের মাধ্যমে ইলেকট্রন-ঘাটতির ()-অঞ্চলের প্রবেশ করে। ফলে () ও () অঞ্চলের মধ্যবর্তী সংযোগ এলাকায় অপেক্ষাকৃত উচ্চরোধের একটি হ্রাসকৃত স্ড়রের () সৃষ্টি করে। অর্থাৎ এই স্ড়রে () অঞ্চলের মত উদ্বৃত্ত ইলেকট্রন বা ()- অঞ্চলের মত উদ্বৃতাত হোল না থাকায় () ও () এর মধ্যবর্তী একটি উচ্চরোধের (বা কমপরিবাহী) বিশুদ্ধ সেমিপরিবাহী স্ড়রের সৃষ্টি হয়।

আয়ন সৃষ্টিকারী কোন কণা যখন 'হ্রাসকৃত স্ড়রে' প্রবেশ করে তখন এটি শক্তিক্ষয়ের দ্বারা কিছুটা ইলেকট্রন-হোল জোড়া সৃষ্টি করে। পশ্চাদমুখী ঝোক বিভব () দ্বারা ইলেকট্রন ও হোল পজিটিভ ও নেগেটিভ তড়িৎদ্বারে পৌছে ও একটি প্রবাহব্যত্যয় সৃষ্টি করে। এ ব্যত্যয় বিবর্ধন করে লিপিবদ্ধ করা সম্ভব।

১৯৬০ সালে মার্কিন বিজ্ঞানী পেল ()' লিথিয়াম আয়ন তাড়িত সংযোগ' ধরনের একটি উদঘাটকের প্রবর্তক করেন। এক্ষেত্রে লিথিয়াম ইলেকট্রনদাতা হিসাবে কাজ করে। ()-শ্রেনীর সিলিকন (বা জার্মেনিয়াম) এর পৃষ্ঠ উচ্চ তাপমাত্রায় লিথিয়ামকে অতীব কম গভীরতা পর্যন্ড় ব্যাপন করানো হয়- এতে করে পৃষ্ঠদেশে ()-শ্রেনীর স্ড়র গঠিক হয়। এখন এ কেলাসকে ১৫০() তাপমাত্রায় রেখে কয়েকশ ভোল্ট পশ্চাদমুখী ঝোঁক প্রযুক্ত হয়। তড়িৎ ক্ষেত্রে প্রভাবে () আয়ন আস্ড়ে আস্ড়ে বেশ ভিতরে ঢুকে যায় এবং ()-অঞ্চলের গ্রাহক অপদ্রবকে () নিরপেক্ষ করে দেয়। ফলে পূর্বোক্ত ক্ষেত্রের মত এখানেও () ও () অঞ্চলের মধ্যবর্তী একটি বিশুদ্ধ সেমিপরিবাহী স্ড়র তৈরি হয়। বর্তমানে উন্নতর পদ্ধতিতে এ স্ড়রের বেধ প্রায় এক সে.মি. পর্যন্ড় করা সম্ভব। এ ধরনের উদঘাটকের সাহায্যে ২.৫ কএমইভি এর অধিক শক্তি বিশিষ্ট () বর্নালী পর্যবেক্ষণ করা সম্ভবপর হয়েছে। এর কার্যাপ্রনালী পূর্বে বর্নিত সেমিপরিবাহী উদঘাটকেরই অনুরূপ। ()- তড়িত সিলিকন উদঘাটকের () অন্যতম সুবিধা হল এই যে, এটি সাধারণ তাপমাত্রায় ব্যবহার করা যায়। কিন্তু পশ্চাদবস্থা () গণনা হ্রাসের জন্য ()-উদঘাটককে ঠান্ড করে তরল নাইট্রোজেন তাপমাত্রায় ব্যবহার করতে হয়। পারমানবিক সংখ্যা () বেশি হওয়ায় ()-উদঘাটকের 'মন্দন ক্ষমতা' ()-উদঘাটকের চেয়ে বেশি। এছাড়া ()-উদঘাটকের শক্তি 'বিশিষ্টকরণ ক্ষমতা' ও () বেশি। কারণ এখানে ইলেকট্রন-হোল উৎপাদনে ২.৮ ইভি শক্তি ব্যয় হয় অথচ ()-উদঘাটকে এ শক্তি পরিমাণ ৩.৪ ইভি।

সেমিপরিবাহী উদঘাটকের কিচু সীমাবদ্ধতা রয়েছে। অনবরত আপতিত রশ্মির প্রভাবে কেলাস ক্ষতিসাধিত হয় এ গুলো অকেজো হয়ে যায়- অর্থাৎ এদের কার্যক্ষমতা অক্ষুন্ন রাখার সময় অপেক্ষাকৃত কম। অধুনা আবিস্কৃত 'অতি বিশুদ্ধ জার্মেনিয়াম উদঘাটকে' () এ সীমাবদ্ধতা কাটিয়ে উঠা সম্ভব হয়েছে। এটির বিশিষ্টকরণ ক্ষমতাও বেশি এবং বর্তমানে এটি ব্যপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে।

অধ্যায়-৪

রেডিয়েশন ডোসিমেট্রি

৪.১ রেডিও ডোসিমেট্রি ঃ

রেডিও ডোসিমেট্রি এর বাংলা অভিধানিক অর্থ তেজস্ক্রিয় ডোসিমিতি। বিকিরণ বা বিকিরণ ডোসকে মানব কল্যাণে ব্যবহার করা এবং অধিক বা অতি মাত্রার বিকিরণের ক্ষতিকারক প্রভাব থেকে নিরাপদ থাকার জন্য বিকিরণের পরিমাপ সমন্ধে ধারণা থাকা অত্যাবশ্যক। এজন্য বিকিরণের পরিমাণকে জানার জন্য সঠিক পরিমাপক ব্যবস্থা প্রয়োজন। হেলথ ফিজিক্সের যে শাখায় তেজস্ক্রিয় বিকিরণ ডোসের পরিমাপ বিষয়ে আলোচনা করা হয় তাকে তেজস্ক্রিয় ডোসিমিতি বলা হয়।

একজন ব্যক্তির শরীরে যদি বিকিরণ প্রবেশ করে অর্থাৎ বিকিরণ দ্বারা বা এক্সপোজ করা হলে আমাদের এক্সপোজার হার জানার প্রয়োজন। ডোসের হার জানতে পারলেই বুঝা যাবে কি পরিমাণ ডোস তার শরীরে প্রবেশ করছে। ডোসের হার এবং সেই অনুযায়ী ডোস এক্সপোজারের পরিমাণ জানার পরই যদি ডোসের হার স্বাভাবিকের চেয়ে উচ্চ হয় তবেই এ বিষয়ে সতর্ক সংকেত দেয়া সম্ভব। বিকিরণ পরিমাপের বিভিন্ন একক সমন্ধে এ অধ্যায়ে বিস্ড়ারিত আলোচনা করা হয়েছে।

বিকিরণ ডোস পরিমাপক যন্ত্র মিলির‌্যাড/ঘন্টা বা মাইক্রো গ্রে/ঘন্টা এর সাপেক্ষে নির্দিষ্ট একটি পরিমাপের ক্রমাঙ্কে স্ড়িতিকরণ বা ক্যালিব্রেশন করা থাকে। এভাবে ডোসের হার গাইগার টিউব অথবা সিনটিলেশন কাউন্টারের সাহায্যে সহজেই পরিমাপ করা যায়। তবে আয়নিকরণ প্রকোষ্ঠ বা আয়নাইজেশন চেম্বারের সাহায্যে বিকিরণ পরিমাপ পদ্ধতিতে গাইগার টিউব এবং সিনিটিলেশন কাউন্টার অপেক্ষা অধিকতর সঠিক পরিমাপ পাওয়া যায়। এ তিন ধরনের পদ্ধতি সম্পর্কে এ অধ্যায়ে বর্ণনা করা হয়েছে। আয়নাইজেশন চেম্বারের বিশেষ একটি সুবিধা হচ্ছে, এটা উচ্চ হারের ডোস পরিমাপ করতে পারে, যা অন্য মনিটরিং পদ্ধতিতে সম্ভব হয় না। এজন্য আদর্শ বিকিরণ ডোস পরিমাপকে যন্ত্রে আয়নাইজেশন চেম্বার পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

4.2 units of Radiation

1 curie	=	3.7 x 10^{10} disintegrations per second
1 becquerel	=	1 disintegration per second
1 millicurie (mCi)	=	37 megabecquerels (MBq)
1 rad	=	0.01 gray (Gy)
1 rem	=	0.01 sievert (Sv)
1 roentgen (R)	=	0.000258 coulomb/ kilogram (C/kg)
1 megabecquerel (MBq)	=	0.027 millicuries (mCi)
1 gray (Gy)	=	100 rad
1 sievert (Sv)	=	100 rem
1 coulomb/	=	3,880 roentgens

৪.২ রেডিয়েশন এর ইউনিট ও মেজারমেন্ট () ঃ

বিকিরণের ক্ষেত্রে তাপীয় প্রভাবকে পরিমাপের বিষয় বিবেচনা করা হয় একটি ক্যালরিমিটারকে ডোসের একক হিসাবে জুল/কিলোগ্রাম () এর সাপেক্ষে সরাসরি ক্যালিবেশন করে রাখলে পরিমাপ সহজ হয়। খুব উচ্চ হারের ডোসের ক্ষেত্র ছাড়া সাধারণভাবে তাপমাত্রার বৃদ্ধি খুবই কম হয়।

উদাহরণ স্বরূপ,

১ গ্রে/সেকেন্ডের (যা ১০০ র‍্যাড/সেকেন্ড) অনুরূপ ১ জুল/সেকেন্ড/কিলোগ্রাম ধরলে এ ভরের জন্য তাপমাত্রা বৃদ্ধি হবে,

=

১জুল/সেকেন্ড/মিলিগ্রামের জন্য,

তাপমাত্রা বৃদ্ধি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড/ সেকেন্ড

এ অনুযায়ী দেখা যায়, ১০০ সেকেন্ড পর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়া যায় ০.০২৪° সে.এমন একটি মনিটরিং পদ্ধতি প্রয়োজন যা ডোস এবং ডোসের হার একই যন্ত্র দ্বারা, এমনকি শরীরের পোশাকের উপর থেকেই পরিমাপ করা যায়। এ কাজের জন্য আয়নাইজেশন চেম্বার পদ্ধতিতে নির্মিত পকেট ডোসিমিটার() সাধারণভাবে ব্যবহৃত হয়। সিনটিলেশন কাউন্টারের কার্যপদ্ধতির উপর ভিত্তি করেও ইন্সট্রুমেন্ট তৈরি করা হয়, তবে তুলনামূলক এ ধরনের যন্ত্র কিছুটা ব্যয়বহুল হয়ে থাকে, যা সাধারণভাবে সকলের জন্য ব্যবহার উপযোগী নয়। এছাড়াও ফিলম এবং থার্মোলুমিনেসেন্ট () ডোসিমিতি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, ডযা কম খরচে সবার জন্য ব্যবহার উপযোগী হয়।

৪.৩ ডোসিমিটার এর সংজ্ঞা () ঃ

এক্স-রে এর আউটপুট পরিমাপ করতে ডোসিমিটার ব্যবহৃত হয়। অন্যকথায় নিউক্লীয় বিকিরণ ডোস () মাপার জন্য যেসব যন্ত্র বা ইনস্ট্রুমেন্ট ব্যবহার করা হয়, তাকে ডোসিমিটার বলে। এ পরিমাপের জন্য মূল যে যন্ত্র কাজ করে, তা হল আয়নাইজেশন চেম্বার।

আয়নাইজেশন চেম্বার মূলত আলফা কণার বিকিরণ শনাক্ত এবং পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। আয়োনাইজেশন চেম্বার বিকিরণ ডোস () মাপার জন্য ব্যবহার করা যায় বলে, অনেক সময় এটাকে পকেট ডোসিমিটারও বলা হয়। ৪.১ চিত্রে একটি ডোসিমিটারের আকৃতি দেখানো হয়েছে। ডোসিমিটারে ডোসের মান পরিমাপের জন্য একটি সাহয্যকারী ডিভাইস () ব্যবহৃত হয়। এ ডোসিমিটারটি প্রকৃতপক্ষে একটি ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ভোল্টমিটার, যা রঞ্জনে ক্যালিব্রেশন করা থাকে। ডোসিমিটার দ্বারা মূলত একজন ব্যক্তির শরীরে কি পরিমান এক্স-র অথবা গামা-রে এক্সপোজার যাচ্ছে, তা পরিমাপ করা হয়

4.6 EXPOSURE MEASUREMENT:

There are four different but interrelated units for measuring radioactivity, exposure, absorbed dose, and dose equivalent. These can be remembered by the mnemonic **R-E-A-D**, as follows, with both common (British, e.g., Ci) and international (metric, e.g., Bq) units in use:

Radioactivity refers to the amount of ionizing radiation released by a material. Whether it emits alpha or beta particles, gamma rays, x-rays, or neutrons, a quantity of radioactive material is expressed in terms of its radioactivity (or simply its activity), which represents how many atoms in the material decay in a given time period. The units of measure for radioactivity are the curie (Ci) and becquerel (Bq).

Exposure describes the amount of radiation traveling through the air. Many radiation monitors measure exposure. The units for exposure are the roentgen (R) and coulomb/kilogram (C/kg).

Absorbed dose describes the amount of radiation absorbed by an object or person (that is, the amount of energy that radioactive sources deposit in materials through which they pass). The units for absorbed dose are the radiation absorbed dose (rad) and gray (Gy).

Dose equivalent (or effective dose) combines the amount of radiation absorbed and the medical effects of that type of radiation. For beta and gamma radiation, the dose equivalent is the same as the absorbed dose. By contrast, the dose equivalent is larger than the absorbed dose for alpha and neutron radiation, because these types of radiation are more damaging to the human body. Units for dose equivalent are the roentgen equivalent man (rem) and sievert (Sv), and biological dose equivalents are commonly measured in 1/1000th of a rem (known as a millirem or mrem).

For practical purposes, 1 R (exposure) = 1 rad (absorbed dose) = 1 rem or 1000 mrem (dose equivalent).

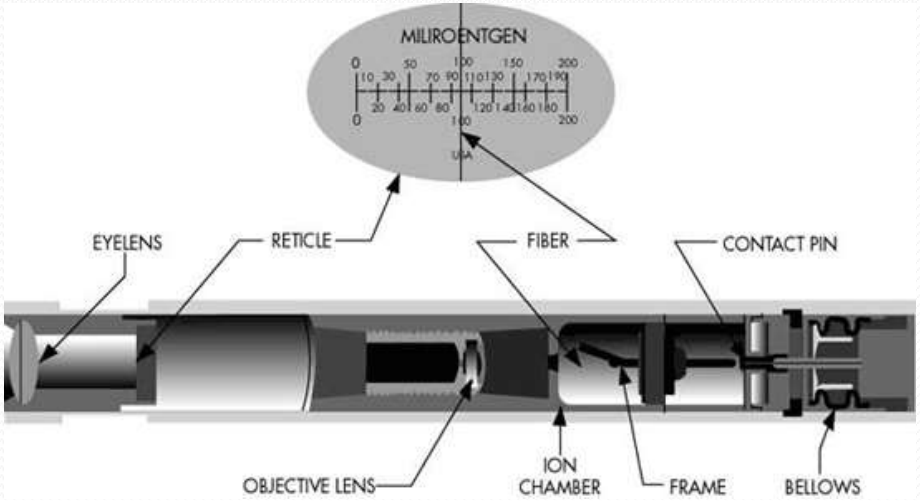
৫.৩ বিভিন্ন প্রকার রেডিয়েশন এক্সপোজার এর সংজ্ঞা) ঃ

বিকিরণের উপাদানগুলো কোন কোন ক্ষেত্রে জীবজগতের উপর ব্যাপক ক্ষতিকারক প্রভাব ফেলে। এটা মূলত মানব-দেহের উপর রেডিয়েশন বা বিকিরণের প্রভাব নিয়ে কাজ করে। এক্ষেত্রে বিকিরণ এক্সপোজারকে () দুই ভাগ ভাগ করা যায়। যেমন-

১। অল্প সময়ের জন্য উচ্চ ডোসের () বিকিরনজনিত একক অ্যাক্সিডেন্টাল এক্সপোজার (), যাকে সাধারণভাবে তীক্ষ্ম এক্সপোজার বা অ্যাকিউট এক্সপোজার () বলে। এ অ্যাকিউট এক্সপোজার অল্প সময়েই জীবদেহে প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে।

২। বেশি সময়ের নিু লেভেলের ওভার এক্সপোজার, যাকে সাধারণভাবে অবিরাম () দীর্ঘস্থায়ী বা ক্রমিক এক্সপোজার বলা হয়।

৪.৭ পকেট ডোসিমিটার এর গঠন ও কার্যাবলী () ঃ



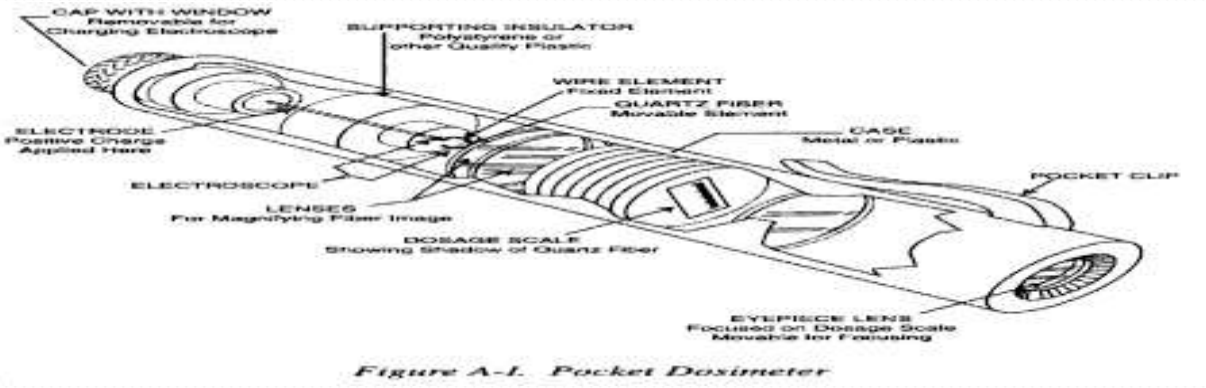


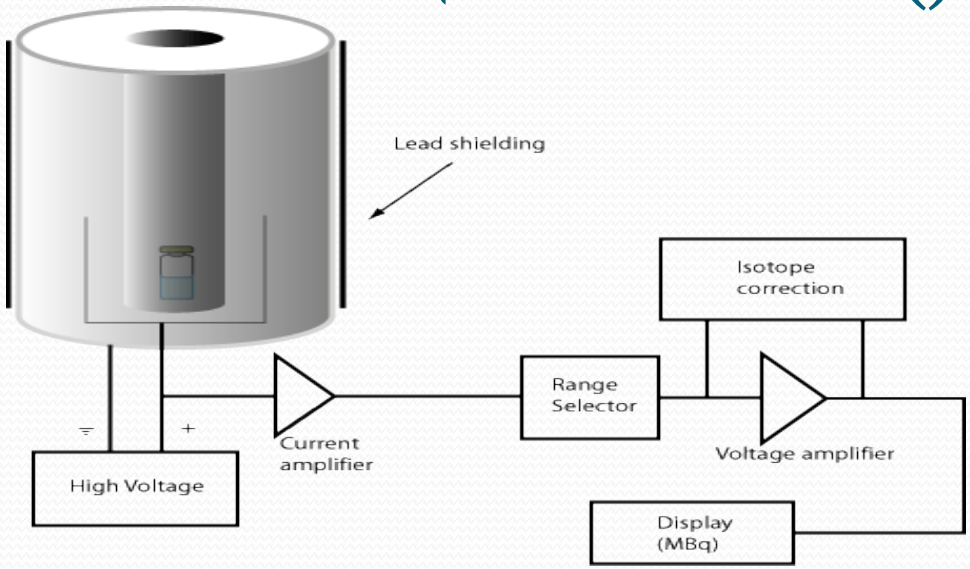
Figure A-1. Pocket Dosimeter

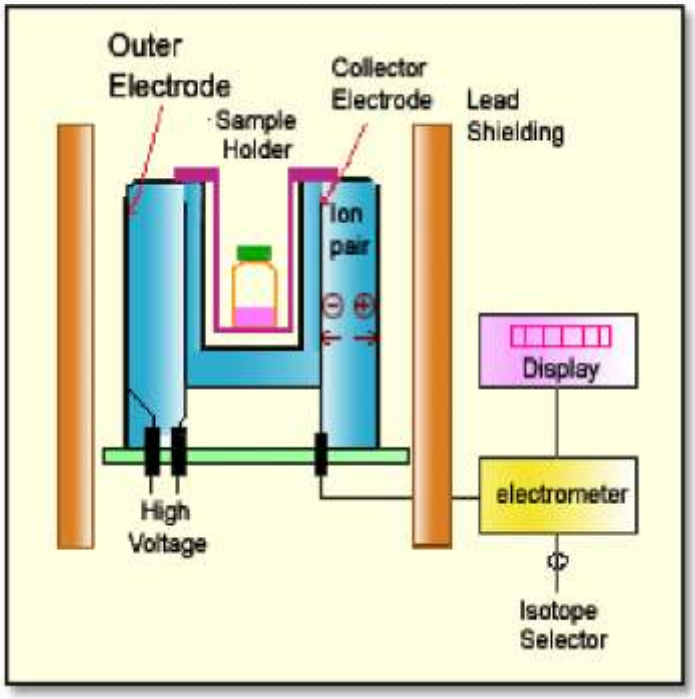
বিকিরণ ডোস মাপার জন্য যেসব যন্ত্র বা ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহার করা হয় পকেট ডোসিমিটার তার মধ্যে অন্যতম। এ পরিমাপের জন্য মূল্য যে কাজ করে তা হল আয়নাইজেশন চেম্বার। আয়নাইজেশন চেম্বার বিকিরণ ডোস মাপার জন্য ব্যবহার করা যায় বলে অনেক সময় এটাকে পকেট ডোসিমিটারও বলা হয়ে থাকে।

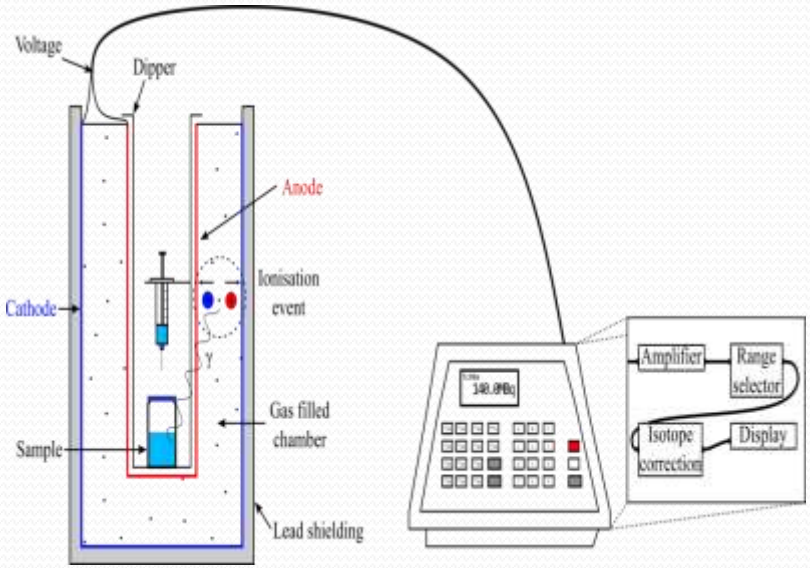
বিকিরণ ডোস মাপার জন্য ২ ধরনের পকেট ডোসিমিটার সাারণভাবে ব্যবহার হয়ে থাকে। একটি হল কনডেন্সার টাইপ। এ ধরনের পকেট ডোসিমিটারে পরোক্ষভাবে পাঠ পাওয়া যায় বলে। এটিকে ইনডাইরেক্ট রিডিং টাইপ পকেট ডোসিমিটার বলা হয়। এ ডোসিমিটার বলা হয়। এ ডোসিমিটারে ডোসের মান পরিমাপের জন্য একটি সাহায্যকারী ডিভাইস () ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। এ ডোসিমিটারটি প্রকৃতপক্ষে একটি ইলেকট্রোস্টাটিক ভোল্টমিটার, যা রঞ্জনে ক্যালিব্রেশন করা থাকে। এটিকে চার্জ রিডার () বলা হয়। ৪.২ নম্বর চিত্রে একটি কনডেন্সার টাইপ পকেট ডোসিমিটার দেখারো হয়েছে।

বাণিজ্যিভাবে তৈরি কনডেন্সার টাইপ পকেট ডোসিমিটার ২০০ () পর্যন্ড় এক্স-রে অথবা গামা-রে এর এক্সপোজার পরিমাপ করে, যার সঠিক মানের নির্ভরযোগ্য ১৫% । এ ডোসিমিটার ১ () এর বেশি শক্তির বিটা রশ্মির জন্যও প্রযোজ্য । চেম্বারের ভিতরে বোরণের () আবরণ () দেয়া হলে এটি নিউট্রনের জন্যও কার্যকর হয়। সাধারণত একটি মানসম্পন্ন পকেট ডোসিমিটার তৈরি করা হয় শুধুমাত্র এক্স এবং গামা রশ্মি এক্সপোজার পরিমাপের জন্য। এটি রেডিয়ামের ক্যালিব্রেশন করা থাকে। পরোক্ষ পাঠের () ডোসিমিটার ধীরে ধীরে চার্জমুক্ত হয়ে থাকে এবং প্রতিটি পাঠ নেয়ার পর এটিকে পুনরায় চার্জ করার প্রয়োজন হয়।

৪.৫ ডোস ক্যালিব্রেটর এর কার্যাবলি () t



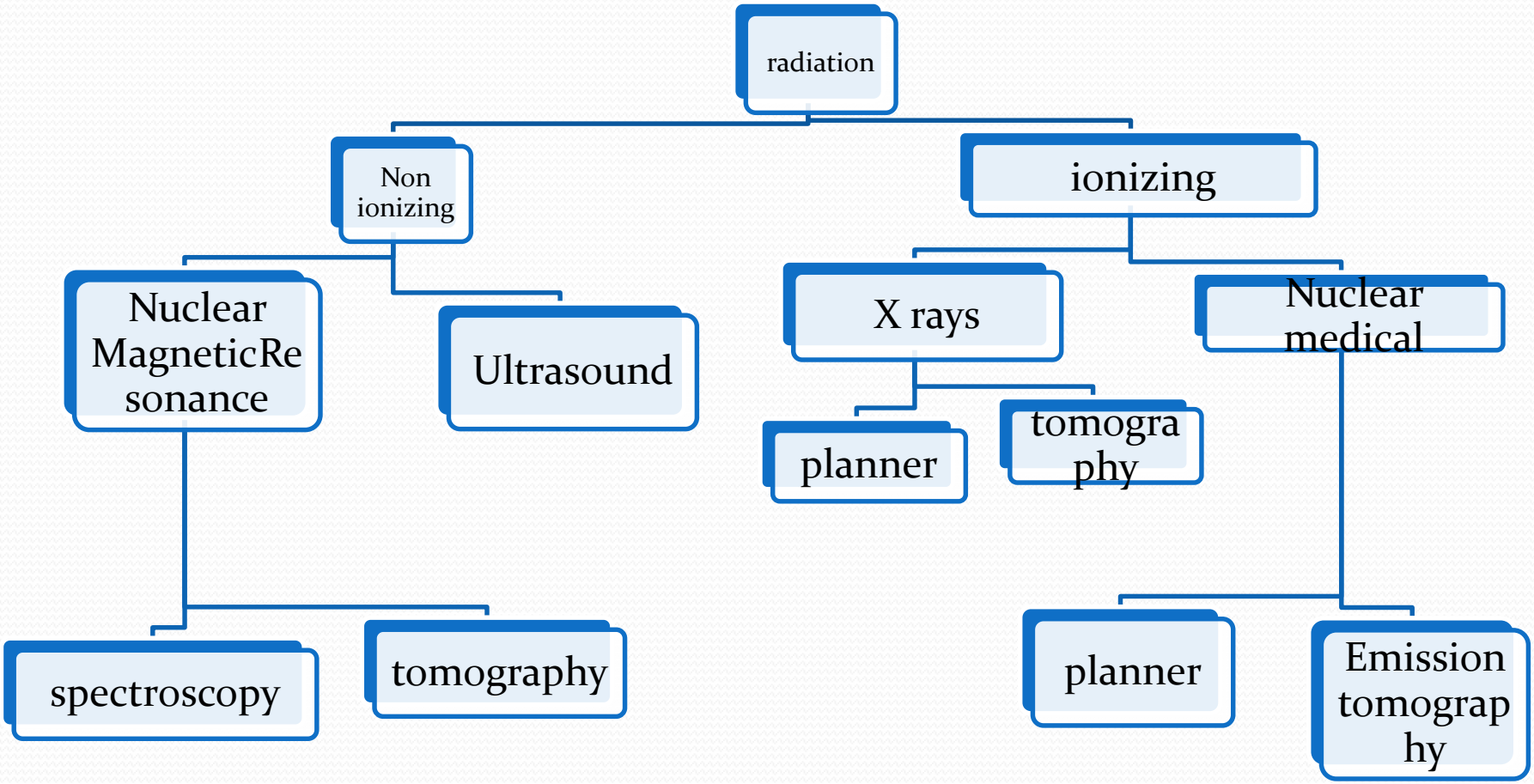




- ডোস পরিমাপন যন্ত্রকে ডোস ক্রালিব্রেটর বলে। বিকিরণ ডোস পরিমাপক যন্ত্র মিলির‍্যাড/ঘন্টা () বা মাইক্রো গ্রে/ঘন্টা () এর সাপেক্ষে নির্দিষ্ট একটি পরিমাপের ক্রমাঙ্কে স্থিতিকরণ বা ক্যালিব্রেশন () করা থাকে। এভাবে ডোসের হার গাইগার টিউব বা সিনটিলেশন কাউন্টারের সাহায্যে সহজেই পরিমাপ করা যায়। তবে আয়নাইজেশন চেম্বারের সাহায্যে বিকিরণ পরিমাপ পদ্ধতিতে অনান্য পদ্ধতি অপেক্ষা অধিকতর সঠিক পরিমাপ পাওয়া যায়।
- নির্দিষ্ট একটি এলাকা বা একটি স্থানের ডোস একপোজার পরিমাপের জন্য ডোসিমিটার ব্যবহার করা যেতে পারে, তবে এক্ষেত্রে একাধিক ডোসমিটার দ্বারা ১ সপ্তাহ পর্যন্ড় মনিটরিং এর প্রয়োজন হয়। এই এরিয়া মনিটরিং কাজের জন্য বড় আয়তনের চেম্বারসহ কনডেন্সার টাইপ পকেট ডেসিমিটার প্রয়োজন হয়। এ ধরনের ডোসিমিটার দ্বারা মেডিকেল এবং ডেন্টাল এক্সরের বিচ্ছিন্ন বিকিরণ পরিমাণ করা যায়। ৪.৩ চিত্রে ডোস ক্যালিব্রেটর বা পকেট ডোসিমিটারের কাহর্যাবলি দেখানো হয়েছে। ডোসিমিটার দ্বারা মূলত একজন ব্যক্তির শরীরে কি পরিমাণ এক্স-রে অথবা গামা-রে এক্সপোজার যাচ্ছে তা পরিমাপ করা হয়।
- আয়নাইজেশন চেম্বারের বিশেষ একটি সুবিধা হল, এটা উচ্চ হারের ডোস পরিমাপ করতে পারে, যা অন্য মনিটরিং পদ্ধতিতে সম্ভব হয় না। এজন্য আদর্শ বিকিরণ ডোস পরিমাপক যন্ত্রে আয়নাইজেশন চেম্বার পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।
- বাণিজ্যিকভাবে তৈরি কন্ডেন্সার টাইপ পকেট ডোসিমিটার ২০০() পর্যন্ড় এক্স-রে অথবা গামা-রে এর এক্সপোজার পরিমাপ করে, যার সঠিক মানের নির্ভযোগ্য ১৫%। এ ডোসিমিটার () এর বেশি শক্তির বিটা রশ্মির জন্যও প্রযোজ্য। পরোক্ষ পাঠের () ডোসিমিটার ধীরে ধীরে চার্জ হারায় এবং প্রতিটি পাঠ নেয়ার পর একটি পুনরায় চার্জ করতে হয়।

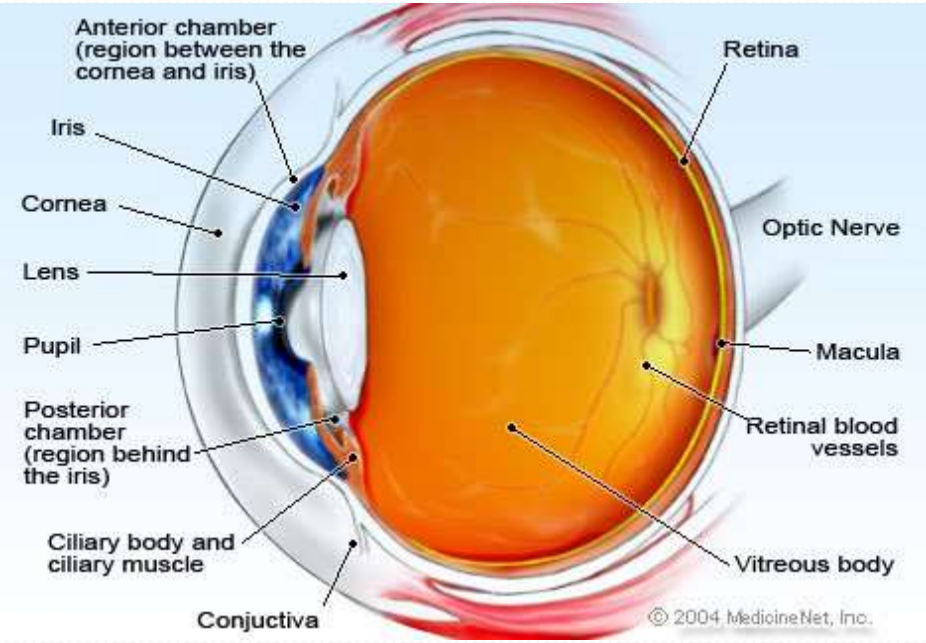
৫.১ আয়োনাইজিং ও নন-আয়োনাইজিং রেডিয়েশন ঃ

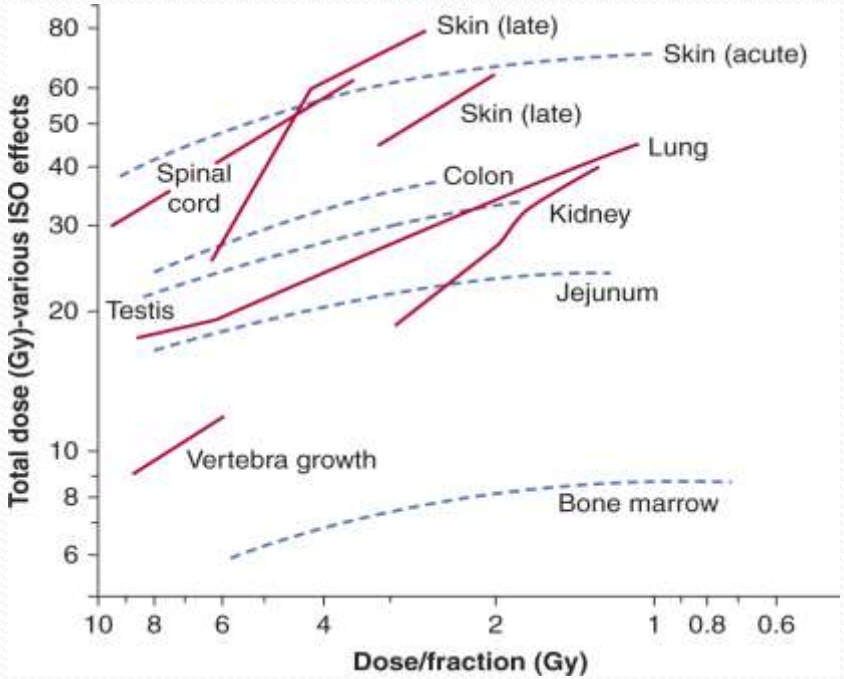
রেডিয়েশন এর বাংলা অভিধানিক অর্থ হল বিকিরণ। বিকিরণ হল একটি নিউক্লীয় প্রক্রিয়া। আয়োনাইজিং বিকিরণ এমন এক প্রকার প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে আলফা, বিটা এবং গামা রশ্মি বিকিরণ শনাক্ত ও পরিমাপ (Detection and measurement) করা হয়। আয়োনাইজেশান চেম্বার মূলত আলফা কণার বিকিরণ শনাক্ত ও পরিমাপের কাজে ব্যবহার করা হয়। এটি গাইগার মুল্যার টিউবের মতই কাজ করে। ধরা যাক আয়নিককরণ কক্ষটি বায়ু, কার্বন ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন, আর্গন অথবা মিথেন যে কোন গ্যাসে পূর্ন আছে। এ অবস্থায় নিউক্লীয় বিকিরণ জানালা দ্বারা চেম্বারের মধ্যে প্রবেশ করলে বাতাসের কিছু সংখ্যক পরমাণু আয়নিত হবে। এর ফলে ধনাত্মক আয়ন কেন্দ্রীয় ইলেকট্রোডের দিক ধাবিত হবে, আর ধরাত্মক আয়ন বহিঃস্থ ইলেকট্রোডের দিকে যাবে। এভাবে আয়নের যাতায়াতের ফলে পরমাণুর সাথে সংঘর্ষ ঘটে আরো পরমাণু আয়নিত হয়। এই ক্রিয়া সম্পূর্ন বাতাস আয়নিত না হওয়া পর্যন্ড় অব্যাহত থাকবে। কিন্তু, এ ক্রিয়া অর্থাৎ, সম্পূর্ন বাতাস বা গ্যাসে আয়নিত হওয়াটা একটা মুহুর্তের ব্যাপার মাত্র।

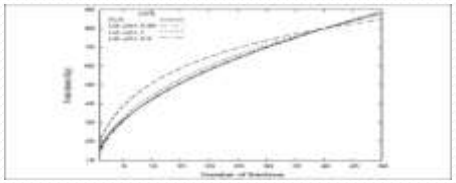

radiation
Non ionizing
ionizing
Nuclear MagneticResonance
Ultrasound
X rays
Nuclear medical
planner
tomography
spectroscopy
tomography
planner
Emission tomography

মানব চক্ষুর উপর নন-আয়োনাইজিং বিকিরণের ক্রিয়া

মানব চক্ষুর গঠনের সাথে কৌশল বিবেচনা করলে এ ধরনের বিকিরণ থেকে চোখের যে মারাত্মক ক্ষতি হতে পারে তা বুঝা যায়।







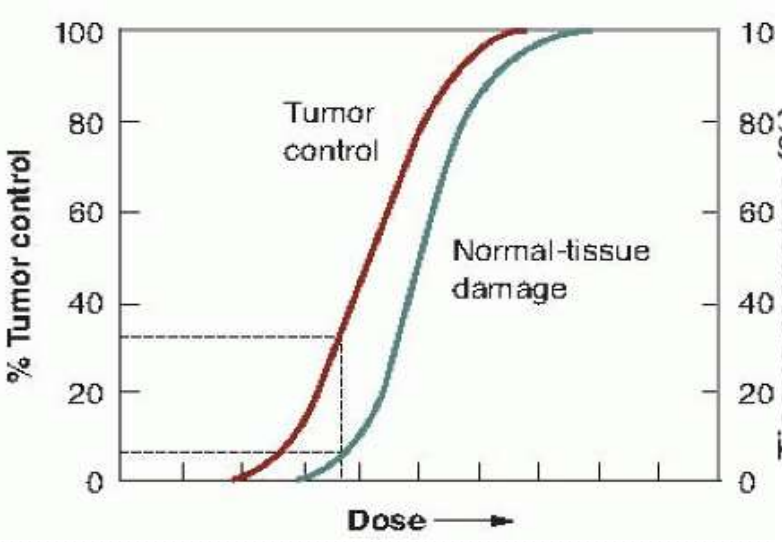
৫.২ নর্মাল স্ট্যান্ডার্ড ডোস () ঃ

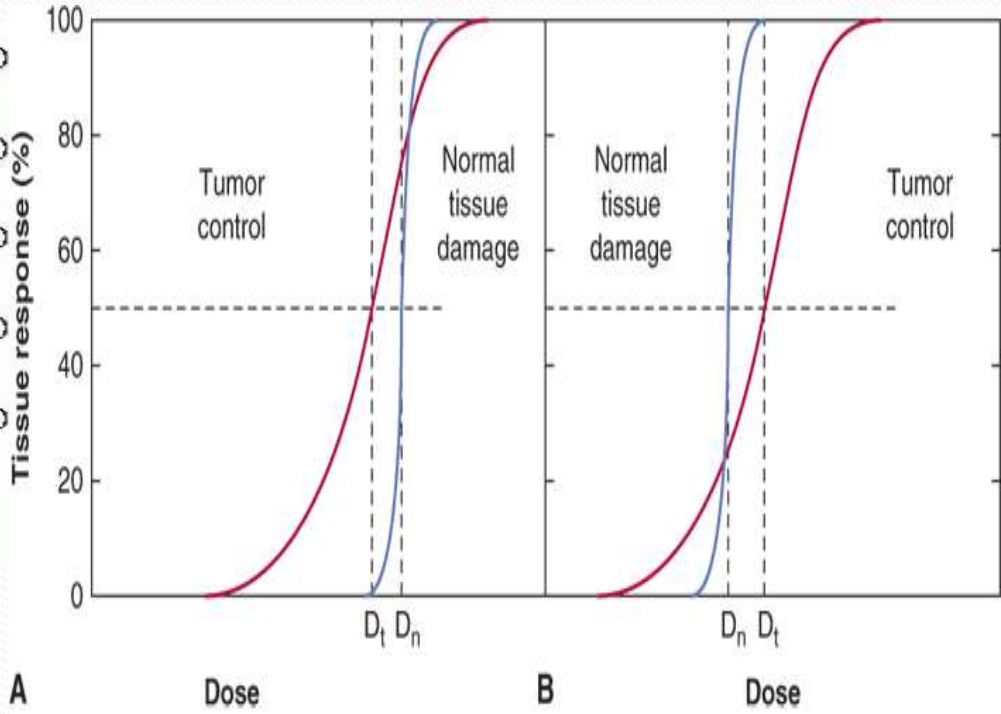
(ংঃধৎফয়ঁরংঃ) বিশেষ সমীক্ষার ফলাফলে জানতে পেরেছেন যে, এক্স-রে কে ক্যান্সার চিকিৎসার জন্য প্রথম ব্যবহার করা হয়, যা রেডিওথেরাপিস্টগণ রেডিও বায়োলজিতে উলেখ করেছেন। এখানে মোট ডোস , টিউমার চিকিৎসায় ওভার অল চিকিৎসা সময়ের বিপরীতে লগ-স্কেল এর উপর প্রয়োগ করেছেন, তার সঙ্গে স্কীন এবং লিপ এর , যা ৫.২ চিত্রের কার্ভে দেখানো হয়েছে। এ কার্ভে এর জন্য থেকে এবং এর জন্য থেকে প্রদর্শন করা হয়েছে।

নমিনাল বা নর্মাল স্ট্যান্ডার্ড ডোস প্রচলন াবা প্রবর্তন করেছেন, যাতে ভগ্নাংশের সংখ্য ওভারঅল দিনের সংখ্যা এবং মোট ডোস প্রভৃতি বিবেচনায় আনা হয়। তিনি তে ক্লিনিক্যাল রেডিও থেরাপিতে নর্মাল টিস্যু টলারেন্স এর জন্য আইসোইফেকট রিলেশনশিপ এর ধারণা ভবিষ্যদ্বণী করেছে। তিনি উপদেশ দিয়েছেন যে, ডোস নর্মাল টিস্যু টলারেট করতে পারবে, যা ভগ্নাংশ সংখ্যা এবং ওভারঅল সময় দিন এর সঙ্গে সংশিষ্ট।

সুতরাং, ডোস, $D=(NSD)\ T^{0.11}N^{0.24}$.....(equ 17.16) এটাকে ঊষষরং ঘঝউ বয়ঁধঃরড়হ বলে। ঘঝউ একটি ধ্রুব (Constant) যা, এৎধুং এর মধ্যে মোট ডোস এর বক্র রেখার উপযুক্ত পাওয়ার () এর ভগ্নাংশ সংখ্যাকে সময় দ্বারা গুন করে পাওয়া যায়। উপদেশ দেয়া হয় যে, কে তে পরিমাপ করা হয়, তারপর ডোস এর ইউনিট এখন , যুক্তিসঙ্গত দাবির প্রেক্ষিতে এখন পাওয়া যাবে।

5.3 Dose response Characterstics:





Source: Ian F. Tannock, Richard P. Hill, Robert G. Bristow, Lea Harrington: The Basic Science of Oncology, 5th Edition
www.hemonc.mhmedical.com
Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

রেডিও থেরাপির ব্যবহার ()

আধুনিক বিজ্ঞানের যুগে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ অতি গুর"ত্বপূর্ন ভূমিকা পালন করেছে। আইসোটোপের বহুবিধ ব্যবহার ও মানব কল্যাণে এর বিস্ময়কর আবদান বলে শেষ করা যায় না। কৃষি, প্রকৌশল এবং চিকিৎসাশাস্ত্রসহ বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখার বহুবিদ জটিল সমস্যার সহজ ও সফল সমাধান এ আইসোটোপিক পদ্ধতিতে সম্ভব হয়েছে।

আইসোটোপের ব্যবহার চিকিৎসাবিজ্ঞানে অত্যান্ড় গুর"ত্বপূর্ন। সঠিক রোগ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ একটি অতি মূল্যবান উপকরণ হিসাবে ব্যবহার হচ্ছে । সঞ্চলনের বাধা এবং জটিল রোগ নির্ণয়ে আইসোটোপ ফলপ্রসূ বলে বিবেচিত হরেছে। পরমাণু চিকিৎসা কেন্দ্রগুলোতে তেজস্ক্রিয় পদার্থ তেজস্ক্রিয় আইসোটপ থেকে বিকিরিত রশ্মির সাহায্যে টিউমার ক্যান্সার এবং থাইরয়েড গান্ডের অসুখের চিকিৎসা ব্যবস্থা এখন সকলের কাছেই সুপরিচিত। রোগ নির্ণয় এবং চিকিৎসা পদ্ধতিতে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের এরূপ ব্যবহারকে রেডিওথেরাপি বলা হয়।

চিকিৎসাবিজ্ঞানে আয়নাইজিং রেডিয়েশন থেরাপি টিউমার () চিকিৎসা ক্ষেত্রে কোষগুলোকে ধ্বংসের জন্য ব্যবহার করা হয়। এ ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে এক্স-রে অথবা গামা-রে এর বিকিরণ সাধারণভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। দেহের টিস্যুগুলোর উপর এক্স-রে অথবা গামা-রে এর ফোটনের ক্রিয়া একই রকম এবং দুটির মধ্যে কোন পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় না। টিউমারে কেমন বা কি পরিমাণ বিকিরণ দেয়া হবে তা নির্ভর করবে চামড়া থেকে বিকিরণ উৎসের দুরত্ব, নির্বাচিত চিকিৎসা স্থানে বিকিরণের বিদ্ধকারী ক্ষমতা, টিস্যুর অবস্থা এবং স্থানটিতে কি পরিমাণ বিকিরণ ছড়ান হবে তার উপর।

রেডিওথেরাপির কাজে ব্যবহৃত আয়নাইজিং রেডিয়েশন সৃষ্টির জন্য মূলত তিনটি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

১। উচ্চ ভোল্টজের এক্স-রে মেশিনের সাহায্যে।

২। লিনিয়ার এক্সলারেটর () ব্যবহার করে।

৩। আইসোটোপ ইউনিট।

5.5 the mechanism of radiogenic effect:

বিকিরণের উপাদানগুলো কোন কোন ক্ষেত্রে জীবজগতের উপর ব্যাপক ক্ষতিকারক প্রভাব ফেলে। এটা মূলত মানব-দেহের উপর রেডিয়েশন বা বিকিরণের প্রভাব নিয়ে কাজ করে। এক্ষেত্রে বিকিরণ এক্সপোজারকে দুই ভাগ ভাগ করা যায়। যেমন-

১। অল্প সময়ের জন্য উচ্চ ডোসের বিকিরনজনিত একক অ্যাক্সিডেন্টাল এক্সপোজার , যাকে সাধারণভাবে তীক্ষ্ম এক্সপোজার বা অ্যাকিউট এক্সপোজার বলে। এ অ্যাকিউট এক্সপোজার অল্প সময়েই জীবদেহে প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে।

২। বেশি সময়ের নিু লেভেলের ওভার এক্সপোজার, যাকে সাধারণভাবে অবিরাম দীর্ঘস্থায়ী বা ক্রমিক এক্সপোজার বলা হয়।

5.6 the acute effects of radiation on human body

মানবদেহের উপর বিকিরণের তীব্র প্রতিক্রিয়া () ঃ

এ ধরনের বিকিরণ এক্সপোজারের ফলে শরীরের সকল অঙ্গ এবং শরীরের স্বাভাবিক কার্যাপ্রনালীর উপর ব্যপক প্রভাব ফেলতে পারে। এর ফলে বিভিন্ন রোগের লক্ষণ দেখা দিয়ে থাকে। এর প্রভাবে প্রাণীদেহে বিশেষ করে মানবদেহের উপর যে প্রতিক্রিয়া সৃষ্ট হয়। এমন উলেখ করা হল।

১। রক্তের উপর ক্রিয়া () ঃ

অ্যাকিউট এক্সপোজারের সাধারনভাবে শরীরের রক্তের পরিবর্তন ঘটতে পারে। রক্ত এক প্রকার লাল বর্ণের ঘন, অস্বচ্ছ, ;ক্ষারধর্মী তরল যোজক কলা, রক্ত দুই ধরনের উপাদান নিয়ে গঠিত, রক্তরস বা পাজমা ৫৫% এবং রক্তকোষ বা রক্তকণিকা ৪৫%। প্রকৃতপক্ষে রক্ত-কনিকাগুলো রক্তরসে ভঃাসমান অবস্থায় বিরাজমান। প্রধানত তিন ধরনের রক্ত-কণিকা আছে, যথা- ইরাইথ্রোসাইট, লিউকোসাইট, এবং থ্রোম্বসাইট। এ তিন ধরনের রক্ত-কণিকা পৃথক কার্য সম্পান্ন করে। বিভিন্ন ডোস এক্সপোজারের অস্বাভাবিক মাত্রার কারণে রক্ত-কণিকাগুলোর উপর প্রভাব পড়ে এবং স্বাভাবিক ক্রিয়া বাধাপ্রাপ্ত হয়ে জটিল অবস্থায় সৃষ্টি হয়।

২। হিমোপয়টিক সিনড্রোম () ঃ গামা ডোসের () কারণে এ রোগ সৃস্টি হতে পারে। এ রোগের লক্ষণ হচ্ছে হাড় ছোট হয়ে যায় এবং এর ফলে শরীরে গঠন-কাঠামো নস্ট হয়।

৩ ।ায়ুতন্ত্রের রোগ () ঃ।ায়ুতন্ত্রের একক হল।ায়ুকোষ বা নিউরোন। মস্ড়িস্কের মাধ্যমেই।ায়ুতন্ত্রের কাজ হয় ।ায়ুতন্ত্রের একক যেমন নিউরোন সেইরূপ অসংখ্য নিউরোনের সমন্বয়ে মস্ড়িস্ক গঠিত।

গামা রশ্মির ডোস () বা দার বেশি হল।ায়ুকোষগুলো আক্রান্ড় হয়, ফল।ায়ুতন্ত্র এবং অন্যান্য অঙ্গের ক্রিয়াকেও নষ্ট করে দেয়। এ অবস্থা সৃষ্টি হলে অনেক সময় কয়েক ঘন্টা বা কয়েক দিনের মধ্যেই রোগীর মৃত্যু ঘটে।

এছাড়াও অ্যাকিউট এক্সপোজারের ফলে শরীরের কলা বা টিস্যু আক্রান্ড় হয়ে চর্মরোগসহ অন্যান্য রোগের সৃষ্টি করে।

5.7 the long term effects of radiation of on human body

অ্যাকিউট এক্সপোজারের ক্ষেত্রে আমরা দেখলাম একটা নির্দিষ্ট মাত্রার উপরে রেডিয়েশন ডোস এক্সপোজারের ফলে অল্প সময়ের মধ্যেই মানবদেহে রোগের লক্ষণ দেখা দেয় এবং অনেক ক্ষেত্রে এটি জটিল আকার ধারণ কে, এমনকি মৃত্যুও ঘটে। আবার এ আয়নাইজিং রেডিয়েশনের প্রভাবে মানুষ অনেক সময় ধীরে আক্রান্ড় হয়, যার ফলাফল হিসাবে ২ থেকে ৫ কিংবা ১০ বছর পরে রোগের লক্ষণ প্রকাশ পায়। বিকিরণ ডোসের একন কয়েকটা ধীর গতির প্রবাব এখানে উলেখ করা হল।

১। ক্যান্সার ঃ বিকিরণ ডোস ১ বা তার বেশি হলে মানুষের শরীর ধীরে ধীরে আক্রান্ড় হয় এর প্রভাবে ফুসফুস, গলা, হাড় এবং চামড়াতে ক্যান্সারের সৃষ্টি করে। তবে এ ক্ষেত্রে ডোস এক্সপোজ হওয়ার ৫ থেকে ১০ বছর পর ক্রিয়া লক্ষ্য করা যায়।

২। লিউকীমিয়া ঃ বিকিরণ ডোস ১ বা তার বেশি হলে এ রোগ হতে পারে, তবে এক্সপ্রজারের ৪ থেকে ৫ বছর পর এর ক্রিয়া শুর" হয়। এ রোগের ফলে শ্বেত কণিকাধিক্য ঘটিত রক্ত সল্পতা দেখা দেয়।

৩। প্রজনন প্রক্রিয়ার উপর প্রভাব ঃ বংশবিস্ড়ারের জন্য প্রজনন প্রক্রিয়া অপরিহার্য। প্রজননতন্ত্রের যে অংশগুলো প্রজনন ক্রিয়াতে অংশ নেয় তার মধ্যে জনন-কোষ অবস্থিত্ব্রোমোজমের ভূমিকা অতি গুর"ত্বপূর্ন। জনন কোষ এ ক্রোমোজমের সংখ্যা ৪৬টি। বিকিরণ এক্সপোজারের ফলে জনন কোষগুলো আক্রান্ড় হলে ক্রোমোজমগুলো প্রভাবিত হয়ে স্বাভাবিক বংশবিস্ড়ার অর্থাৎ প্রজনন ক্রিয়া বাদাপ্রাপ্ত হয়। বিকিরণ ডোস ০.৫ থেকে ২.৫ বা এর চেয়ে বেশিমাত্রায় এক্সপোজার ঘটলে এর প্রতিক্রিয়া মুর" হতে পারে, তবে এ প্রক্রিয়া তুলনামূলক ধীর গতির।

chapter 6

6.1 এনভারয়নমেন্টাল রেডিয়েশন () ঃ

এনভায়রমেন্টাল রেডিয়েশন এর বাংলা অভিধানিক অর্থ হল পরিবেশগত বিকিরণ বা তেজস্ক্রিয় বিকিরণ। তেজস্ক্রিয় বিকিরণ বিশ্বের প্রধান আলোচ্য বিষয়গুলোর অন্যতম। একদিকে তেজস্ক্রিয় বিকিরণ বা তেজস্ক্রিয়তা বর্তমানে বিশ্বের সব উন্নত ও উন্নয়নশীল দেশের বিজ্ঞানী থেকে মুর ে করে সাধারণ মানুষের মনে যুগপৎ আশা ও আশঙ্কার সৃষ্টি করেছে।

তেজস্ক্রিয় বিকিরণের প্রকারভেদ ঃ তেজস্ক্রিয় বিকিরণ নানা ধরনের হতে পারে। তবে আলোচনার সুবিধার্থে সামগ্রিকভাবে সবধরনের তেজস্ক্রিয়তা বা তেজস্ক্রিয় বিকিরণের উৎসকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়।

যেমন ঃ

(ক) প্রাকৃতিক বিকিরণ

(খ) কৃত্রিম বা মানবসৃষ্ট বিকিরণ

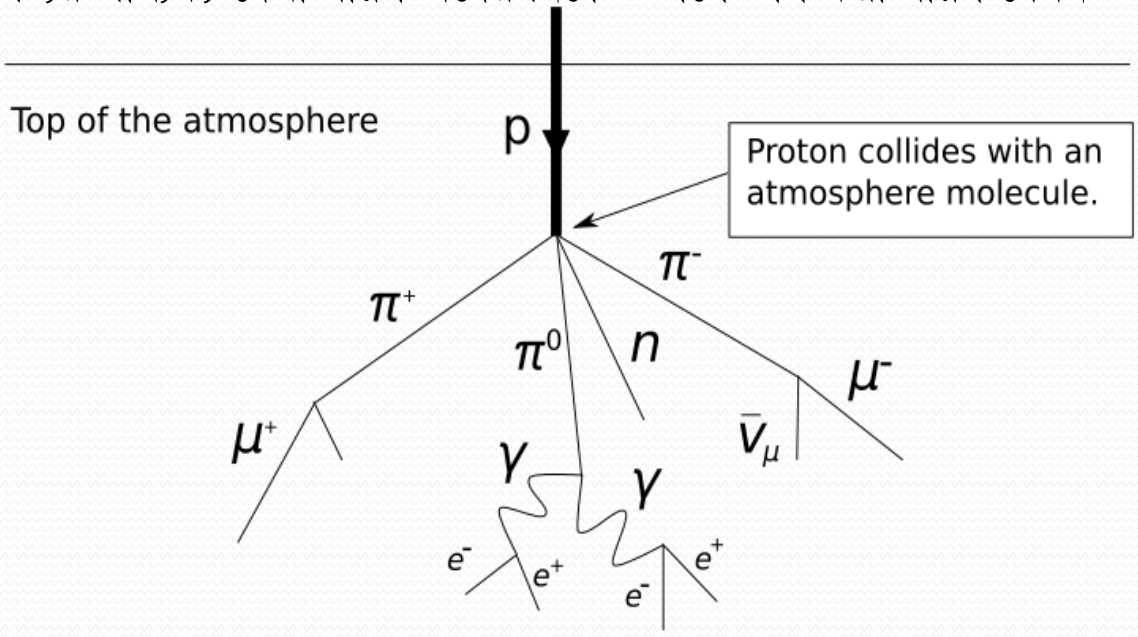
এখানে একটি বিষয় বিশেষভাবে উলেখ করা অপ্রাসঙ্গিক হবে না যে, এসব তেজস্ক্রিয়তার উৎস এবং প্রকার যা-ই হোক না কেন, একটি নির্দিষ্ট ধরনের তেজস্ক্রিয়তার মানুষের যেমন কল্যাণ করতে পারে, ঠিক তেমনি চরমতর অকল্যাণও করতে পারে। অবশ্য এটি সম্পূর্ন নির্ভর করে ব্যবহারকারী বা প্রয়োগকারীর উপর। নিে তেজস্ক্রিয় বিকিরণের বিবিধ উৎস ও প্রকারভেদ সম্পর্কে বিস্ড়রিত আলোচনা করা হল ঃ

(ক) প্রাকৃতিক বিকিরণ ঃ একে পৃষ্ঠপট বিকিরণ নামে অভিহিত করা হয়। পৃথিবীতে যত ধরনের বিকিরণ বিজ্ঞানীদের জানা আছে, তার মধ্যে একটি বড় অংশই করা হয়। পৃথিবীতে যত ধরনের বিকিরণ বিজ্ঞানীদের জানা আছে, তার মধ্যে একটি বড় অংশই প্রকৃতিতেই সচরাচর বিদ্যমান। বিহজ্ঞানীর হিসাব করে দেখেছেন যে, জ্ঞাত বিকিরণসমূহের মধ্যে শতকরা প্রায় ৮২ ভাগ বিকিরণই প্রাকৃতিক বিকিরণ। এসব বিকিরণ সাধারণত সূর্য ও নক্ষত্রমন্ডল থেকে আসে কিংবা শিলাস্ড়রে অবস্ড়িত প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয় বস্তু থেকেও বাহিত হতে পারে। এমনকি জল, মাটি বা অন্যান্য অনুরূপ বস্তুতেও অনেক ক্ষেত্রে খুব কম মাত্রায় তেজস্ক্রিয় পদার্থ মিশ্রিত থাকে। প্রাকৃতিক বিবরণ বা পৃষ্টপট বিবরণ বিভিন্ন ধররেনর হতে পারে। নিচের বিভিন্ন ধরনের প্রাকৃতিক বিবরণ সম্পর্কে বিস্ড়ারিতভাবে আলোচনা কর হল-

মহাজাগতিক রশ্মি ঃ মহাবিশ্ব বিশাল। দৃষ্টি তো বটেই, কল্পনা যতদূর বিস্ড়ার লাভ করতে পারে, তারও বাইরে এর অবস্থান। আগে এ মহাবিশ্ব বলতে বুঝাতো অসংখ্য ছোট-বড় আর মাঝারি আকারের নক্ষত্র, গ্রহ, গ্রাহাণু , ধুমকেতু, আন্ড়ঃনাক্ষত্রি পরিমন্ডলব্যাপী সুক্ষ্ম ধূলিকণা এবং আলো। পরবর্তীকালে দেখা গেছে, আলো নয়, এসব মূলত বিভিন্ন ধরনের বিকিরণ। এর মধ্যে যেমন আলোর বিকিরণ রয়েছে, তেমন রয়েছে নানা

মহাজাগতিক রশ্মি মূলত কিছু কণার সমষ্টি। এসব কণার মধ্যে সবচেয়ে বেশি থাকে প্রোটন। তারপর আলফা ও অন্যান্য কণা। বিজ্ঞানীর হিসাব করে দেখেছেন, মহাজাগতিক রশ্মির ৯০% ই প্রোটন কণা তথা হাইড্রোজেন কেন্দ্রিক। শতকরা মাত্র ১ ভাগ আলফা কণা। ইলেকট্রন ও পজিটন কণার পরিমাণ শতকরা ১ ভাগ। মহাজাগতিক বিভিন্ন রশ্মির মধ্যে যে প্রোটন কণার সন্ধান পাওয়া গেছে, বিজ্ঞানীরা তার শক্তির পরিমাপ করেছেন। এ শক্তির পরিমাণ প্রায় ১০০,০০০,০০০,০০০,০০০,০০০,০০০ ইলেকট্রন ভোল্ট বা একটি আর্গ । মহাকাশে চলার সময় মহাজাগতিক রশ্মি মহাজাগতিক ধূলিকণা, সৌরঝড়, নাক্ষতিক চৌম্বকক্ষেত্রে প্রভুতি বিভিন্ন ধরনের বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসংখ্য রশ্মি বা কণার সৃষ্টি করে। মূলত প্রোটন কণা থেকে এরা অন্য কণায় পরিবর্তিত হয়। চিত্র ৬.১ এ এদের ধারাক্রম দেখানো হল।

মহাগজাগতিক রশ্মি মহাজাগতিক পরিমন্ডল থেকে বিকিরিত হয়ে পৃথিবীর বুকেও এস পড়ে । পৃথিবীর চারপাশের বায়ুস্ড়র ভেদ করে আসার সময় এসব রশ্মিতে অনেক পরিবর্তন হয়। ফলে দু'ধরনের মহাজগতিক রশ্মিতে অনেক বৈশিষ্ট্যর পাথ্যক্য দেখা যায়। এদের নিম্নোক্ত ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-



৬.২ ছোট উৎসের বিপরীতে রেডিয়েশন প্রোটেকশন () ঃ

১। শিল্পক্ষেত্রে () ঃ তেজস্ক্রিয় সমস্থনিকের সাহায্যে বিধ্বংসী পরীক্ষা পদ্ধতি () ব্যবহার করে গ্যাস, বিদ্যুৎ ও তেল শোধনাগারের মত ভারী শিল্পে পাইপ লাইনের ত্র"টি অনুসন্ধন ওয়েল্ডিং-এর গুনগত মান নির্নয়, ভূ-পৃষ্ঠের জল প্রবাহের গতি নির্ধারণ, নদীতে পলিমাটি ও বালুকণার গতিবিধি নির্নয় ইত্যাদি কাজে ইতিমধ্যে উলেখযোগ্য সাফল্য অর্জিত হয়েছে এবং বাস্ড়বক্ষেত্রে প্রয়োগের মাধ্যমে আর্থিক ও কারিগরি সুফল, পাওয়া যাচ্ছে। বিদেশ থেকে আমদানিকৃত গুঁড়ো দুধসহ বিভিন্ন প্রকার খ্যাদ্যসামগ্রী ও পরিবেশে বিরাজমান তেজস্ক্রিয়তার পরিমাণ নিয়ন্ত্রণের সাথে সাথে গবেষণাগার, শিল্প ও স্বাস্থ্যক্ষেত্রে সমস্থানিক ব্যবহারের ফলে স্বাস্থ্যহানি রোধজনিত কাজ ইতিমধ্যে যথেষ্ট প্রশংসনীয় অবদান রেখেছে। শিল্প ও বাণিজ্যিক পন্যের রাসায়নিক বিশেষণ করে তাদের গুনগত মান নির্ভরযোগ্যতা বহুলাংশে বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে।

২। চিকিৎসা ()১। শিল্পক্ষেত্রে () ঃ তেজস্ক্রিয় সমস্থনিকের সাহায্যে বিধ্বংসী পরীক্ষা পদ্ধতি () ব্যবহার করে গ্যাস, বিদ্যুৎ ও তেল শোধনাগারের মত ভারী শিল্পে পাইপ লাইনের ত্র"টি অনুসন্ধন ওয়েল্ডিং-এর গুনগত মান নির্নয়, ভূ-পৃষ্ঠের জল প্রবাহের গতি নির্ধারণ, নদীতে পলিমাটি ও বালুকণার গতিবিধি নির্নয় ইত্যাদি কাজে ইতিমধ্যে উলে-খযোগ্য সাফল্য অর্জিত হয়েছে এবং বাস্ড়বক্ষেত্রে প্রয়োগের মাধ্যমে আর্থিক ও কারিগরি সুফল, পাওয়া যাচ্ছে। বিদেশ থেকে আমদানিকৃত গুঁড়ো দুধসহ বিভিন্ন প্র র পরিমাণ নিয়ন্ত্রণের সাথে সাথে গবেষণাগার, শিল্প ও স্বাস্থ্য ত কাজ ইতিমধ্যে যথেষ্ট প্রশংসনীয় অবদান রেখেছে। শিল্প র গুনগত মান নির্ভরযোগ্যতা বহুলাংশে বৃদ্ধি করা সম্ভব n‡c

৩। খাদ্য সংরক্ষণ ও জীবাণুমুক্তকরণ () ঃ কৃষিজ পণ্য ও বিভিন্ন খাদ্যসামগ্রীর টচনরোধ, সংরক্ষণ এবং ওষুধ চিকিৎসা রনঞ্জামের জীবাণুমুক্তকরণের কাজে পরমাণু রশ্মি প্রয়োগের ক্ষেত্রে সকল গবেষণা সম্পন্ন হয়েছে। সীমিত পর্যায়ে সামরিক ও বেসামরিক স্বাস্থ্য প্রতিষ্ঠান ও ওষুধ শিল্পে এ প্রযুক্তি ইতিমধ্যে প্রয়োগকরা হচ্ছে। সাভারস্থ আইএফ আরবি'র () পুরনো বিকিরণ উৎসের পরিবর্তে একটি নতুন উৎস স্থাপনের ব্যবস্থা নেয়া হচ্ছে। বাণিজ্যিক ভিত্তিতে এ প্রযুক্তি ব্যবহারের উদ্যোগও গ্রহণ করা হয়েছে এবং চট্টগ্রামে একটি তেজস্কারক স্থাপনের কাজ চলছে। তাছাড়া কীটপতঙ্গ নিয়ন্ত্রণ, গাঁজন পদ্ধতি ইত্যাদি ক্ষেত্রে গবেষণার ফলাফল ভবিষ্যতে বাণিজ্যিকভিত্তিতে প্রয়োগের সম্ভবনা আছে। আণবিক শক্তি কমিশনের সভার কমপেক্সের খাদ্য ও বিকিরণ জীববিজ্ঞান ইনস্টিটিউটে গামা-রশ্মি যন্ত্রের সাহায্যে বিজ্ঞানিগণ কম খরচে, স্বাস্থ্যসম্মত পদ্ধতি ও সব্যাধনিক কৌশলে পরমাণু শক্তি প্রয়োগ করে চিকিৎসার যন্ত্রপাতি, সার্জিক্যাল প্যাড ও গোভ, ব্যান্ডজ, গজ, তুলা, ভ্যাসেকটিম-টিউবেকটমি ও ডিফেন্স কিট, মেটারনিটি ও সার্জিক্যাল সরঞ্জাম বাণিজ্যিক ভিত্তিতে জীবণুমুক্ত করে থাকেন।

৪। জৈব প্রযুক্তি () বাংলাদেশ পরমাণু শক্তি কমিশনের বিজ্ঞানীরা অণুজীব প্রযুক্তি এবং টিস্যু কালচার পদ্ধতির ওপর গবেষণা চালিয়ে উন্নতমানের অনুজীব উদ্ভাবনের মাধ্যমে সাইট্রিক অ্যাসিড, অ্যানজাইম ও অন্যান্য মূল্যবান যৌগ উৎপাদনে সক্ষম হয়েছেন। পানীয় ও ওষুধ উৎপাদনের প্রয়োজনীয় উপাদান হিসেবে সাইট্রিক অ্যাসিডের বাণিজ্যিক উৎপাদনের চেষ্টা চলছে।চিস্যু কালচারের মাধ্যমে পাট গাছের উন্নয়ন এবং উন্নতমানের জ্বালানি কাঠ তৈরির গবেষণাও চলছে।

৫। রাসায়নিক বিশেষণ () ঃ কৃষি, শিল্প, স্বাস্থ্য ও চিকিৎসা সম্পদ উন্নয়ন, পরিবেশ দূষণ নিয়ন্ত্রণ ইত্যাদি ক্ষেত্রে বিভিন্ন বস্তুর গুণগতমান নিয়ন্ত্রণ নিশ্চিত করার জন্য বাংলাদেশ পরমাণু মক্তি কমিশন উদ্ভাবিত নানাবিধ রাসায়নিক বিশেষণ পদ্ধতি উলেখযোগ্য অবদান রাখছে। উদ্ভবিত পদ্ধতিতে পরমাণু কেন্দ্রে রাসায়নবিদগণ নানাবিধ পদার্থ, যেমন- মাটি, পানি, মাছসহ নানাবিধ ধাতব বস্তু, খাদ্যসামগ্র, সামুদ্রিক জীবজন্তু শিল্পের কাঁচামাল ও উৎপাদিত দ্রব্য, রক্ত, চুলা, প্রস্রাব, নখ ইত্যাদি রাসায়নিক বিশেষণ সার্ভিস দিয়ে থাকে।

৬। স্বাস্থ্য পদার্থবিজ্ঞান () ঃ দেশের পরিবেশগত অবস্থা যেমন- মাটি, পানি, বায়ু, শাক-সবজি, দুধসহ অন্যান্য খাদ্যদ্রব্য ইত্যাদি পরীক্ষা করে তেজস্ক্রিয়তার মাত্রা সম্পর্কে জনগণকে অবগত করানো ও প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা গ্রহনের পরামর্শ দিয়ে কমিশনের স্বাস্থ্য পদার্থবিজ্ঞান বিশেষ অবদান রাখছেন। সাম্প্রতিককালে আমদানিকৃত গুঁড়ো দুধ পরীক্ষা ও এর কোন কোনটিতে গ্রহণযোগ্য মাত্রায় অতিরিক্ত তেজস্ক্রিয়তা শনাক্ত করে এবং এসব তেজস্ক্রিয় দুধ বাজারজাত না করার জন্য সরকারকে সময়োপযোগী পরামর্শ প্রদানের ব্যাপারে কমিশনের বিজ্ঞানীরা গুর"ত্বপূর্ন ভূমিকা পালন করে দেশবাসীর ভূয়সী প্রশংসা অর্জন করেন।

৭। খনিজ সম্পদ () ঃ কমিশনের ভূ-বিজ্ঞানীরা এ যাবৎ কক্সবাজার সৈকত বালি আহরণ কেন্দ্রে প্রতিষ্ঠিত প্যান্টের মাধ্যমে দেশের দক্ষিণ-পূর্বাঞ্চলের সৈকত বালি থেকে ইতিমধ্যে জিবকন ম্যাগনেটাইট, ইলমেনাইট, গার্নেট, মোনাজাইট, র‍্যুটাইল ইত্যাদি শিল্পের কাঁচামাল হিসাবে ব্যবহারযোগ্য কতিপয় মূল্যবান খনিজ সম্পদ পৃথকীকরণ করতে হয়েছে। বর্তমানে বিজ্ঞানীরা এসব খনিজ সম্পদের যথাযথ ব্যবহারের মাধ্যমে তেজস্ক্রিয়তা নির্ভর বিভিন্ন কর্মকান্ড সম্পাদিত করতে সচেষ্টে আছেন। বাংলাদেশ সরকার ইতোমধ্যে এ ব্যাপারে বেশ কয়েকটি প্রকল্প হাতে নিয়েছেন। এ ব্যাপারে কমিশনের বিজ্ঞানীদের ভূমিকাই মুখ্য।

৮। জলবিজ্ঞান () ঃ নদীর মোহনার তলানী নিরূপণে ও ভূ-গর্ভস্থ জলের উৎস অনুসন্ধান কাজ তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক পদ্ধতি যথাযথ প্রয়োগের মাধ্যমে বাংলাদেশ পরমাণু শক্তি কমিশনের বিজ্ঞানীরা বর্তমানের বিভিন্ন প্রকল্পে পরীক্ষা-নিরীক্ষারত।

৯। ইলেকট্রনিক্স () ঃ ইলেকট্রনিক্স ক্ষেত্রে কমিশনের বিজ্ঞানীরা নিজেদের গবেষণাগারে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদি রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামতের ক্ষেত্রে স্বয়ংসম্পূর্নতা অর্জন করেছেন। সাথে সাথে জনশক্তি প্রশিক্ষণের গ্রহণ কহরা হয়েছে। কিছু ইলেট্রনিক্স সরঞ্জাম যেমন- পাবলিক অ্যাড্রেস সিস্টেম (), ট্রাফিক সিগন্যাল () ইত্যাদির নাক্স প্রণয়ন, উন্নয়ন ও নির্মাণের কাজও ইতিমধ্যে সম্পন্ন করা হয়েছে। বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক গবেষণাগার ব্যবহার করার সাথে সাথে বিশেষ কিছু যন্ত্রপাতি স্থানীয় ব্যবসায় প্রতিষ্ঠানের সাথে যৌথ প্রচেষ্টায় বানিজ্যিকভাবে উৎপাদন ও বাজারজাতকরণের জন্য উদ্যোগ গ্রহণ করা হয়েছে। এসব উদ্ভাবন ও উন্নয়নের ফলে ভবিষ্যতে ইলেকট্রনিক্স প্রযুক্তিতে স্বয়ম্ভরতা অর্জন এবং বৈদেশিক মুদ্রা বাচানো সম্ভব হবে বলে আশা করা যায়।

১০। কম্পিউটার () ঃ কমিশনের আইবিএম-৪৩৪১ () মডেলের আধুনিক কম্পিউটারটি বিজ্ঞানীদের জটিল সমস্যা সমাধানে যথেষ্ট ইতিবাচক ভূমিকা রাখছে। দক্ষ জনশক্তি গড়ে তোলার কাজেও এ কম্পিউটার ব্যবহার করা হচ্ছে। অধুনা কম্পিউটার প্রযুক্তি ব্যবহার করে তেজস্ক্রিয়তার নির্ভর চিকিৎসাবিজ্ঞান এবং প্রকৌশল বিজ্ঞানে যথেষ্ট কাজ করা হচ্ছে। বর্তমানে ইন্টারনেট প্রযুক্তি ব্যবহার করে পরমাণু বিজ্ঞানীরা খুব সহজেই বিশ্বের পরমাণু সংক্রান্ড় সর্বশেষে কর্মকান্ডের সংবাদ পাচ্ছেন, যা অনস্বীকাযূভাবেই দেশের পরমাণু বিজ্ঞানের উন্নয়নে যথেষ্ট কাজে লাগছে।

১১। গবেষণা ও চুলি () ঃ

১২। ট্রিগা গবেষণা চুলিঃ ১৯৫৮ সালে ট্রিগা নামের পারমাণবিক চুলি সর্বপ্রথম চালু করা হয়। ট্রিগা একটি শব্দ সংক্ষেপ। মূল ইংরেজি শব্দ () থেকে () শব্দের উৎপত্তি। এধরনের পরমাণু চুলি খুবই নিরাপদ এবং বিভিন্ন পরীক্ষণ ও গবেষণা কাজের জন্য খুবই উপকারী বলে বিশ্বব্যাপী স্বীকৃত।গবেষণা কাজ ছাড়াও এ ধরনের চুলি নানা ধরনের প্রশিক্ষণ ও তেজস্ক্রিয় সমস্থানিক উৎপাদনের জন্য ব্যপকভাবে ব্যবহার করা হয়। এ চুলি এক বৃহদাকার আধারে রক্ষিত থাকে। তবে আধারের উপরের অংশ উন্মুক্ত থাকে। চুলিটি খানিকটা অসম প্রকৃতির। এ চুলিটি খানিকটা অসম প্রাকৃতি র। এ চুলির জ্বালানি দন্ডসমূহ চুলির কেন্দ্রে একটি সুনির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকারে সাজানো থাকে। চুলির কেন্দ্রটি সিলিন্ডার আধারে জলপূর্ন অবস্থায় নিচের দিকে স্থাপিত থাকে । ঢাকনির সাহায্যে চুলির উপরের অংশ খোলা ও বন্ধ করা যায়। সার্বিকভাবে এ চুলিটিকে একটি পুকুর ও আধার এই দুটি বৈশিষ্ট্যের মিশ্রণ হিসেবে চিহ্নিত করা যেতে পারে।

ট্রিগা পারমাণবিক চুলির একটি অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য হল এর জ্বালানি। ট্রিগা চুলি অসম প্রকৃতির হলেও এর জ্বালানি দন্ড ইউরেনিয়াম ও জিরকোনিয়াম হাইড্রাইড দীরায়কের সুষম মিশ্রণে নির্মিত । তবে এর সমৃদ্ধির হার বিভিন্ন হতে পারে। এ প্রকৃতির জ্বালানির ঋণাত্মক তাপ সহগ অনেক বেশি। ফলে চুলি পরিচালনা করা খুবই নিরাপদ শুধু তাই নয়, পালসের আকারেও এ ধরনের চুলিকে কিছুক্ষণের জন্য অনেক বেশি শক্তিতে পরিচালনা করা যায়। এ সময়ের জন্য খুব বেশি পরিমাণ নিউটন ফ্লাস্ক সৃষ্টি হয়। কোন কারণে শক্তি বা নিউট্রন গুণন বৃদ্ধি পেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং এর ফলে ঋণাত্মক সহগের কারণে নিউট্রন গুণন নিজে থেকে ই আবার কমে আসে। এই চুলিতে শীতক ও আংশিক ধীরায়ক হিসেবে সাধারণ জল ও প্রতিফলক হিসেবে গ্রাফাইট ব্যবহার করা হয়। তবে অনেকাংশে জলও আংশিক প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে।

সারা বিশ্বে বিভিন্ন দেশেই এ ধরনের চুলির ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। এই ধরনের চুলির সর্বাধিক তাপ ক্ষমতা ৩ মেগাওয়াট । এ চুলির নিউট্রন ফ্লাস্কের পরিমাণ ১০^{১৩} () এর কাছাকাছি। অবশ্য ট্রিগা চুলি অনেক কম শক্তির হয়ে থাকে। সেক্ষেত্রে নিউট্রন ফ্লাস্কের পরিমাণ তুলনামূলকভাবে কম থাকে।বেশি শক্তির ট্রিগা চুলিতে জল প্রবাহের সাহায্যে তাপ অপসারণের মাধ্যমে শীতল করে রাখা হয়। প্রায় ৫০ অশ্বশক্তিসম্পন্ন দুটি পাম্পের সাহায্যে প্রতি মিনিটে ৩,৫০০ গ্যালন জল প্রবাহের মাধ্যেমে এ চুলির কেন্দ্রটিকে শীতল রাখা হয়। এর জ্বালানির সমৃদ্ধির হার শতকরা ১৯.৭। নিচের চিত্র ৬.৪ এ এ চুলির কর্তিত দৃশ্য দেখানো হল। বাংলাদেশ ট্রিগা চুলির বৈশিষ্ট্য নিম্নে দেয়া হল ঃ

১৩। পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র ঃ দেশের ক্রমোবর্ধমান বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানোর ক্ষেত্রে পারমাণবিক বিদ্যুৎ সুদূরপ্রসারী অবদান রাখতে সক্ষম। তাই রূপপুর পারমাণবিক শক্তি প্রকল্প দ্রুত বাস্তবায়নের প্রচেষ্টা নেয়া হয়েছে। এ লক্ষ্যে প্রয়োজনীয় প্রযুক্তি ও সমস্যা সমাধানের জন্য বিভিন্ন বাস্তবমুখী পদক্ষেপ গ্রহণ করা হয়েছে।

১৪। নতুন ও নবায়নযোগ্য জ্বালানি () ঃ উপকূল দূরবর্তী দ্বীপাঞ্চল ও অন্যান্য পল্লী এলাকায়, বিশেষত যে সব এলাকা এখনও বিদ্যুতায়নের আওতায় আসে নি, সেসব এলাকার জ্বালানি সমস্যা সমাধানের জন্য নতুন ও নবায়যোগ্য () কতিপয় জ্বালানি উৎপাদনের কর্মসূচি হাতে নেয়া হয়েছে। বাতি জ্বালানো, ওষুধ সংরক্ষণ, পানি উত্তোলন, প্রাকৃতিক দুর্যোগ মোকাবেলায় ইত্যাদি কাজ সৌরকোষভিত্তিক বিদ্যুতের বিভিন্ন কারিগরি ও অর্থনৈতিক দিকগুলো এখন পরীক্ষা করে দেখা হচ্ছে। সৌরকোষ () প্যানেল, উপযুক্ত ব্যাটারি ইত্যাদি তৈরির ব্যাপারেও গবেষণা চালানো হচ্ছে।

১৫। প্রশিক্ষণ () ঃ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি ক্ষেত্রে দক্ষ জনশক্তির উন্নয়ন কার্যক্রমের আওতায় বাংলাদেশ পরমাণু শক্তি কমিশন মাঝে প্রতিষ্ঠানিক জাতীয় ও আন্তর্জাতিক মানসম্পন্ন স্বল্প ও দীর্ঘমেয়াদি প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা করে থাকে। ইলেকট্রনিক্স, কম্পিউটার, যুদ্ধকৌশল, নিয়ন্ত্রণ ও বিধ্বংসী পরীক্ষা ক্ষেত্রে প্রশিক্ষণের কথা উলেখ করা যায়।**৬.৩ এক্সটার্নাল**

৬.৩ক্সটার্নাল রেডিয়েশন প্রোটেকশন () ঃ

এক্সটার্নাল রেডিয়েশন প্রোটেকশনের বাংলা অভিধানিক অর্থ হল বহিরাগত বিকিরণ প্রতিরোধ। চিকিৎসা-বিজ্ঞানসহ বিভিন্ন কাজে বিকিরণের ব্যবহার এবং কিছু ইন্সট্রুমেন্টে ব্যবহৃত উৎস থেকে বিকিরণ সৃষ্টির প্রয়োজন হয়। বহিরাগত বা বাহ্যিক বিকিরণ বলতে এক্স-রে মেশিনের তবিকিরণ এবং বিকিরণ সৃষ্টির লক্ষ্যে তৈরি অন্যান্য ডিভাইসের বিকিরণকে বুঝায়। এ ধরনের বিকিরণ থেকে রক্ষা পাওয়া বা প্রতিরক্ষামূলক হব্যবস্থা হিসাবে তিন ধরনের কৌশল অবলম্বন করা যেতে পারে। যেমন-

(ক) এক্সপোজারের সময়হ্রাস করা ঃ প্রাণিজগতের উপর বিকিরণের প্রতিক্রিয়া বিকিরণ ডোসের হারের () উপর নির্ভর করে, যা সময়ের সাথে নিম্নরূপে সম্পর্কযুক্ত,

ডোসের হার এক্সপোজারের সময় =সর্বমোট ডোস।

সুতরাং এক্সপোজারের সময় কম হলে বিকিরণ কম হবে। এভাবে এক্সপোজার টাইমকেহ্রাস করে বিকিরণকে কমিয়ে এমন গ্রহণযোগ্য মাত্রায় সীমিত রাখা সম্ভব যাতে পরিবেশের উপর কোন প্রভাব না ফেলে।

(খ) বিকিরণ উৎস থেকে নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখা ঃ প্রাণিজগতের সংস্পর্শ বা পরিবেশ থেকে বিকিরণ উৎসকে দূরত্বে স্থপন করলে বিকিরণের ক্ষতিকারক প্রভাব থেকে অনেকাংশে মুক্ত থাকা যায়। বিকিরণ এক্সপোজার বিকিরণের ক্ষতিকারক প্রভাব থেকে অনেকাংশে মুক্ত থাকা যায়। বিকিরণ এক্সপোজার বিকিরণ উৎসের দূরত্বের সাথেহ্রাস পায়। কাজেই বিকিরণ উৎস থেকে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থান করে বা বিকিরণ উৎসের দূরত্বকে বৃদ্ধি করে বিকিরণ থেকে নিরাপদ থাকা যায়।

(গ) বিকিরণ উৎসকে সুরক্ষিত বা শীলড করা ঃ এক্ষেত্রে বিকিরণকে উৎসের কাছাকাছি অবস্থানে সীমিতহ রাখা হয়, যাতে বিকিরণ পরিবেশে ছড়িয়ে পড়তে না পারে। এ লক্ষ্যে যে পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় তা হচ্ছে, বিকিরণ উৎস থেকে কিছু দূরে রেডিয়েশন বিমের গতিপথে একটি শোষক রাখা হয়। বিকিরণ বিম () এ শোষক দ্বারা শোষিত হয় এবং বিকিরণগুলো কিছুটা দুর্বল হয়ে বিম থেকে বিভিন্ন দিকে বিক্ষিপ্ত হয়ে ছড়িয়ে পড়ে। এই বিক্ষিপ্ত বিকিরণ ডিটেক্টরের গণনায় তেমন ধরা পড়ে না। যে নীতির উপড় ভিত্তি করে এ পদ্ধতি কাজ করে তাকে পুওর জিওমেট্রি () বলে ৭.৫ নম্বর চিত্রে এ পদ্ধতি দেখানো হয়েছে।

এছাড়াও আরও একটি বিশেষ পদ্ধতি রয়েছে যার মাধ্যমে বিকিরণকে প্রতিহত করা যায়। বিকিরণ উৎস থেকে যে ধরনের বিকিরণ সৃষ্টি হচ্ছে। তঅন্য একটি উৎস স্থাপন করা তার বিপরীতধর্মী কোন বিকিরণ সৃষ্টি করে বিকিরণের কার্যকারিতাকে নষ্ট করা যায়। যদিও এটি একটি জটিল প্রক্রিয়া।

৬.৪ ইন্টারন্যাল রেডিয়েশন প্রোটেকশন () ঃ

ইন্টারন্যাল রেডিয়েশন প্রোটেকশনের বাংলা অভিধানিক অর্থ হল অভ্যান্ড়রীণ বিকিরণ প্রতিরোধ। তেজস্ক্রিয় বস্তু অথবা বিকিরণ মূলত তিন উপায়ে মানুষের শরীরে প্রবেশ করতে পারে। যেমন-

(ক) খাদ্য গ্রহণ ঃ খাবার, পানি এবং স্পর্শাদি দ্বারা দূষিত বা সংক্রমিতত খাবারের মাধ্যমে তেজস্ক্রিয়পদার্থ আমাদের শরীরে প্রবেশ করতে পারে।

(খ) শ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়া ঃ শ্বাসকার্যের সাথে তেজস্ক্রিয় কণা () এবং গ্যাস শরীরে প্রবেশ করতে পারে।

(গ) শোষণ ঃ তেজস্ক্রিয় বিকিরণ অথবা তেজস্ক্রিয় পদার্থ সরাসরি ত্বক দ্বারা শরীরে শোষিত হতে পারে।

উপরেলিখিত বিষয় তিনটির আলোকে অভ্যান্ড়রীণ বিকিরণ প্রতিরোধ বা প্রতিরক্ষামূলক ব্যবস্থা হিসাবে নিম্নলিখিত তিন ধরনের সকৌশল বা কার্যকর পদক্ষেপ গ্রহণ করা যেতে পারে।

১। সুনির্দিষ্ট পরিকল্পনা অনুযায়ী ব্যবস্থান নির্মাণ ঃ যে কোন মূল্যেই হোক না কেন পরিবেশের সমস্ড় কিচুকে গতেজস্ক্রিয় মুক্ত করা অপরিহার্য্য। এ লক্ষ্যে আধুনিক বাসগৃহ নির্মাণের ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় কোন পদার্থ অথবা তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ সৃষ্টি করতে পারে এমন কিছুর ব্যবহার বর্জন করা উচিত। অভ্যান্ড়রীন বিকিরণ প্রতিরোধের জন্য বাসগৃহের সঠিক নতক্স প্রণয়ন এবং ভেন্টিলেশনের বিষয়টিও বিবেচনায় আনতে হবে। এই ধরনের বাসগৃহে সংরক্ষিত খাদ্য তেজস্ক্রিয়তা সংক্রমিত হওয়ার সম্ভাবনাও কম থাকে ।

২। শরীরের কভার বা কাপড়ের তব্যবহার () ঃ তেজস্ক্রিয় কোন স্থানে যাওয়ার সময় যে কোন ব্যক্তিকে অবশ্যই নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা প্রয়োজন। তেজস্ক্রিয় বিকিরণধর্মী ল্যাবরেটরি, শিল্পপ্রতিষ্ঠানে কর্মরত ব্যক্তিদের কর্মস্থলে যাওয়ার সময় বিশেষভাবে নির্মিদত ওভারকোট, টুপি, গোভস ইত্যাদি ব্যবহার করার প্রয়োজন। আবার কর্মস্থল ত্যাগ করার পূর্বেই ব্যবহৃত এসব দ্রব্য খুলে রাখতে হবে। এভাবে ত্বক দ্বারা বিকিরণ শোষিত হবার স্মভাবন্ও অনেকাংশে কমে যাবে।

৩। শ্বাসকার্যের ক্ষেত্রে প্রতিরক্ষামূলক ব্যবস্থা () ঃ শ্বাসকার্যের সাথে বিকিরণ শরীরে প্রবেশ করতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরণ প্রতিরোধের জন্য সবচেয়ে সহজ ব্যবস্থা হল মাসক বা মুখোশ ব্যবহার। এজন্য মূলত দুই ধরনের মুখোশ ব্যবহার করা হয়। ফিল্টার টাইপ মাসক যা শুধুমাত্র কনা বা ডাস্ট () প্রতিরোধ করে। বিশেষভাবে তৈরি অন্য এক ধরনের মুখোশ আছে যা বিকিরণধর্মী স্ট এবং গ্যাস উভয়কেই প্রতিরোধ কে

৬.৫ রেডিওলজিক্যাল প্রোটেকশনের উপর আন্ড়র্জাতিক কমিশনের অনুমোদন () ঃ

তেজস্ক্রিয়তা বা তেজস্ক্রিয় পদার্থ নিয়ে ব্যক্তিদের নিরাপত্তার জন্য সুনির্দিষ্ট কিছু নিয়ম-কাণুন নিধারণ করা হয়েছে। এসব নিয়ম-কানুনকে তেজস্ক্রিয় প্রতিরোধ নীতিমালা নামে অভিহিত গকরা হয়। এই নীতিমালার উদ্যোক্ত ইন্টারন্যাশনাল কমিশন অন রেডিওলজিক্যাল প্রোটেকশন () বর্তমানে বিভিন্ন দেশে আণবিক শক্তি সংক্রান্ড় কর্মকান্ডে যেসব নিয়ম-নীতি অনুসরণ করা হয় সেসবের অধিকাংশই এ কমিশনের নির্দেশনা অনুসারে জপ্রণীত হয়েছে। এসব নীতি হল-

(ক) ন্যায্যতা ঃ সার্থক ফলাফল লাভ করা যাবে, এ ব্যাপারে নিশ্চিত না হয়ে তেজস্ক্রিয় বা তেজস্ক্রিয় রশ্মি, কণিকা বা বিকিরণ সংক্রান্ড় কোন কাজ বা গবেষণা শুর"ই করা যাবে না।

(খ) মাত্রা নিয়ন্ত্রণ ঃ তেজস্ক্রিয় নিরাপত্তার আন্ড়র্জাতিক কমিশন তেজস্ক্রিয় রশ্মি গ্রহণের যে মাত্রা নির্ধারণ করে দিয়েছেন, কোন ব্যক্তি যেন তার চেয়ে বেশি মাত্রায় তেজস্ক্রিয়তা গ্রহণ না করে, সে ব্যাপারে ণিশ্চিত হতে হবে।

আন্ড়র্জাতিক কমিশনের নীতিমালা অনুযায়ী প্রতি বছর তেজস্ক্রিয় বিকিরতণ গ্রহণের সর্বোচ্চ মাত্রা ১ মিলিসিভার্ট । এর পরিমাণ পূর্বে ব্যবহৃত একক অনুযায়ী ৫ রেম-এর সমান। কমিশনের নীতিমালা অনুযায়ী কখনও কখনও কোন কোন ব্যক্তির জন্য প্রতি বছর অতিরিক্ত ৫ মিলিসিভার্ট পর্যন্ড় তেজস্ক্রিয় বিকিরণ অনুমোদন করা যেতে পারে, কিন্তু এ ব্যাপারে নিশ্চিত থাকতে হবে যে, ঐ নির্দিষ্ট সময়ের পূর্বে ও পরে সারা জীবনে গড়ে এই মাত্রায় পরিমাণ যাতে ১ মিলিসিভার্টের চেয়ে বেশি না হয়।

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রেস্থিত বিকিরণ নিরাপত্তা ও পরিমাপের জাতীয় কাউন্সিল () এর সুপারিশকৃত বিভিন্ন ধরনের বিকিরণ সম্পাতের মাত্রা সরণি ৬.১ এ উলেখ করা হল।

বিকিরণ সম্পাতের ধরন	সর্বাধিক গ্রহণযোগ¨ মাত্রা
পেশাগত বিকিরণসম্পাত (বার্ষিক) ২	৫০ মিলিনিভার্ট
কার্যকর মাত্রা-সমতুল সীমা	
[÷কা÷িক প্রভাব ()]	
কলা ও বিভিন্ন অঙ্গের জন¨ মাত্রা-সমতূল সীমা [অ-স্কা÷িক প্রভাব ()]	
চোখের লেন্স	১৫০ মিলিসিভার্ট
অন¨ান¨ অঙ্গ যেমন-লোহিত অস্থিমজ্জা, স্ড়ক, প্রজনন অঙ্গ, ফুসফুস, ত্বক এবং হাত ও পা	৫০০ মিলিসিভার্ট
নির্দেশনা ঃ ক্রমবর্দমান সম্পাত	১০০ মিলিসিভার্ট
পরিকল্পিত বিশেষ পেশাগত সম্পাত, কার্যকর মাত্রা-	১০০ মিলিসিভার্ট
সমতুল সীমা ৩	
জর¯রি জপেশাগত সম্পাত নির্দেশনা	৪
বার্ষিক আমজনতা সম্পাত	
কার্যকর মাত্রা-সমতল সীমা, ধারাবাহিক ও পৌনঃপুনিক	১ মিলিসিভার্ট

৬.৬ বাংলাদেশের জাতীয় রেডিয়েশন প্রোটেকশন রুল () ঃ

রেডিওলজিক্যাল নিরোধ আইন ও রীতি-নীতিসমূহ এক এক দেশে এক এক রকমভাবে প্রণীত এবং প্রতিপালিত হয়। এর মূল কারণ হল এ ধরনের নীতি বা আইনমালা দেশের অন্যান্য প্রতিরক্ষামূলক আইনের সাথে সম্পর্কযুক্ত। উদাহরণস্বরূপ, পরমাণু শক্তি নিয়ন্ত্রণের কথা উলেখ করা যেতে পারে। মূলত এই কারণে সাধারণের জন্য প্রনীত গ্রন্থে একধরনের আইন সম্পর্কিত বিশদ আলোচনার সুযোগ অত্যন্ড় সীমিত থাকে। দিশের আম জনতার নিরাপত্তা এবং সুস্বাস্থ্যের জন্য সর্বোপরি বিকিরণকর্মীদের তেজস্ক্রিয় বিকিরণের সম্ভব্য ক্ষতিকর প্রভাব থেকে মুক্ত রাখার জন্য বিশ্বের বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন সময়ের নানা ধরনের নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়। প্রধানত এভাবেই বিভিন্ন বিকিরণ নিরোধ ব্যবস্থা তিলে তিলে গড়ে উঠেছে। যথেষ্ট গোপনীয়তা রক্ষা করা হলেও বিশ্বের বিভিন্ন দেশে প্রতিপালিত বিভিন্ন ধরনের বিকিরণ নিরোধ ব্যবস্থার মধ্যে মৌলিক কিছু মিল খুজে পাওয়া যায়। এসব বিষয় সার্বিকভাবে আলোচিত হলেই বিকিরণ নিরোধ ব্যবস্থা সম্পর্কে একটি সুস্পষ্ট দিক নির্দেশনা লাভ করা যাবে।

১৯৯৩ সালের পূর্ব পর্যন্ড় বাংলাদেশের বিকিরণ নিরোধ আইন বলতে তেমন কোন আইনের অস্ড়িত্ব ছিল না। কিন্তু, তা স্বত্তেও দেশের বিজ্ঞানীরা আম জনতাকে বিকিরণের সম্ভব্য প্রভব থেকে মুক্ত রাখার জন্য নানাবিধ প্রচেষ্ঠা গ্রহণ করছিলেন। এসব কর্মকান্ডের পুরোধা ছিল বাংলাদেশ পরমাণু শক্তি কমিশন। মূলত এই প্রতিষ্ঠানের সার্বিক এবং একনিষ্ঠ তত্ত্বাবাধনেই এতদসংক্রান্ড় নিরাপত্তা ও নিয়ন্ত্রণ সংক্রান্ড় কার্জকর্ম পরিচালিত হচ্ছিল। এ কমিশন আন্ড়র্জাতিক পরমাণু শক্তি কমিশন এবং আন্ড়র্জাতিক রেডিওলজিক্যাল নিরোধ সংস্থার সুপারিশকৃত ও প্রচারিত বিভিন্ন নিয়ম এবং রীতি-নীতি অনুসরণ করে যাবতীয় কর্মকান্ড পরিচালনা করছিল।

পারমাণবিক নিরাপত্তা ও বিকিরণ নিয়ন্ত্র আইন ঃ

১৯৯৩ সালের ২২ জুলাই গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকারের জাতীয় সংসদে পারমাণবিক নিরাপত্তা ও বিকিরণ নিয়ন্ত্রণ আইন নাম একটি আইন পাস করা হয়। বাংলাদেশে পরমাণু শক্তি কমিশন (প্রেসিডেন্টের আদেশ নম্বর ১৫/১৯৯৩) উক্ত আইনটির প্রয়োগকারী সংস্থা হিসেবে দায়িত্ব লাভ করে। এরই আইনের মুখ্য আলোচ্য বিষয়সমূহ নিম্নে উলেখ করা হল-

(ক) আইনে প্রদত্ত ক্ষমতাবলে পরমাণু শক্তি কমিশন পারমাণবিক নিরাপত্তা বিকিরণ নিয়ন্ত্রন এবং তেজস্ক্রিয় বর্জ্য পদার্থ ব্যবস্থাপনার জন্য প্রয়োজনীয় বিধি বা নীতিমালা প্রণয়ন বা আদেশ বা নির্দেশ প্রদান করতে পারবে এবং তা কার্যকর করার জন্য যথাযথ ব্যবস্থা গ্রহণ করতে পারবে।

(খ) তেজস্ক্রিয় বিকিরণের ঝুকি থেকে জীবন, স্বাস্থ্য, সম্পত্তি, পরিবেশ সংরক্ষণের জন্য নীতিমালা প্রণয়ন ও বাস্ড়বায়ন করতে পারবে।

(গ) তেজস্ক্রিয় বিকিরণ ছাড়াও অন্য যেসব বিকিরণ জীবন, স্বাস্থ্য, সম্পত্তি, পরিবেশ জন্য ক্ষতিকর, তা প্রতিরোধের লক্ষ্যেও নীতিমালা প্রণয়ন ও বাস্ড়বায়ন করতে পারবে।

(ঘ) তেজস্ক্রিয় খনিজ পদার্থ আহরণ, উৎপাদন আমদানি-রফতানি, স্থানান্ড়র, পরিবহণ ব্যবস্থার বিক্রয় ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ এবং এগুলোর সমন্বয় সাধন করতে পারবে।

(ঙ) পারমাণবিক পদার্থ বা শক্তি উৎপাদন ও ব্যবহার নিয়ন্ত্রণ এবং এগুলোর উৎপাদন ও ব্যবহারের জন্য প্রয়োজনীয় পদার্থ ও যন্ত্রপাতির নিররাপত্তা সংক্রান্ড় বিষয়াদি নিয়ন্ত্রণ করতে পারবে।

(চ) তেজস্ক্রিয় বর্জ্য পদার্থের ব্যবহার ও ব্যবস্থাপণা নিয়ন্ত্রণ করতে পারবে।

(ছ) তেজস্ক্রিয় বিকিরণ উৎপাদনকারী পদার্থ বা যন্ত্রপাতিসমূহের উৎপাদন, গুদামজাতকরণ, আমদানি-রফতানি, ব্যবহার, স্ড়ানান্ড়র, পরিবহণ ও ব্যবসা নিয়ন্ত্রণ করতে পারবে।

(জ) বায়ুতে এবয় মানুষ ও জীবজন্তুর আহর্য অথবা পানীয় হিসেবে ব্যবহার্য যে কোন পদার্থের ওপর তেজস্ক্রিয়তার অনুমোদনযোগ্য সর্বোচ্চ মাত্রা নির্ধারিত করতে পারবে।

(ঝ) বিকিরণ উৎপাদনকারী পদার্থ বা যন্ত্রপাতি ব্যবহাকারী ব্যক্তিবর্গকে এ বিষয়ে প্রশিক্ষণ প্রদান করতে পারবে।

এছাড়া তেজস্ক্রিয় পদার্থ বা পারমাণবিক পদার্থ উৎপাদন ব্যবহার, আমদানি-রফতানি, পরিবহণ, বিপণসহ যাবতীয় কাজের জন্য একমাত্র পরমাণু শক্তি কমিশনই লাইসেন্স প্রদানে অধিকারী। লাইসেন্সের শর্তাবলি কোন ব্যক্তি বা কোম্পানি লঙ্ঘন করলে বাংলাদেশ পরমাণু শক্তি কমিশন তা বাতিল করে দেয়ার ক্ষমতা সংরক্ষণ করে।

কোন স্থানে তেজস্ক্রিয় বিকিরণ মাত্রা উক্ত স্থানের লোকজন, জীবজন্তু, সম্পদ বা পরিবেশের জন্য বিপজ্জনক হলে পরমাণু শক্তি কমিশন বিষয়টি সম্পর্কে পরিবেশ অধিদপ্তরকে অবহিত করতে পারবে। প্রয়োজনবোধে সরকারি গেজেটে প্রজ্ঞাপন দ্বারা উক্ত স্থান থেকে লোকজন, জীবজন্তু বা সম্পদ স্থানান্ড়র অথবা তেজস্ক্রিয়তাদুষ্ট জীবজন্তু বা সম্পদ ধ্বংস করারও নির্দেশ দিতে পারবে।

তেজস্ক্রিয়তা দূষণ থেকে জনস্বাস্থ্য ও পরিবেশ সংরক্ষণ।

(খ) দায়িত্ব পালনের প্রয়োজনে পারমাণবিক পদার্থ, তেজস্ক্রিয় বস্তু অথবা বিকিরণ উৎপাদনক্ষম যন্ত্রপাতির সংস্পর্শে আসতে পারেন এমন ব্যক্তির দৈহিক ও অর্থনৈতিক নিরাপত্তা এবং বীমার ব্যবস্থা।

(গ) পারমাণবিক পদার্থ, তেজস্ক্রিয় পদার্থ ও বিকিরণ উৎপাদনক্ষম যন্ত্রপাতির গুদামজাতকরণ, হেফাজত সম্পর্কিত সতর্কতামূলক ব্যবস্থা।

(ঘ) পারমাণবিক বা তেজস্ক্রিয় বিকিরণজনিত দুঘটনা কবলিত ব্যক্তিকে প্রদেয় ক্ষতিপূরণ নির্ধারণ ও প্রদান।

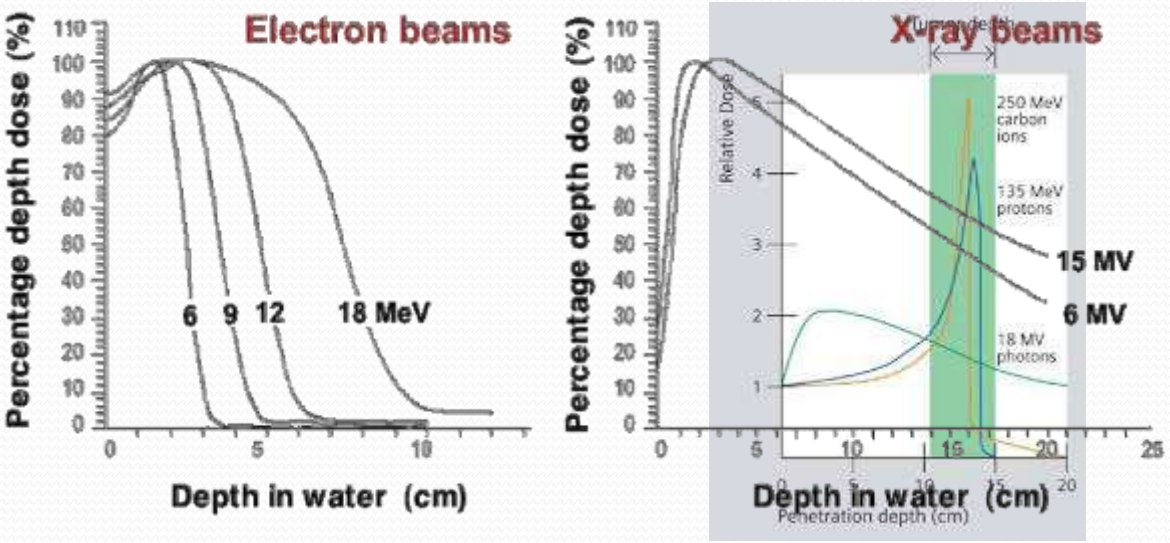
৭.১ ইলেকট্রন ইন্টারয়্যাকশন ও ইলেকট্রন স্ক্যাটারিং () ঃ

যখন একটি হাই স্পীড ইলেকট্রন, ট্রার্গেটের সারফেচ লেয়ারে ঢুকে পড়ে (), তখন এটা বিভিন্ন ধরনের বাধার () সম্মুখীন হতে পারে। অধিকাংশে বাধার কারণ হল টার্গেট পরমাণুর আয়োনাইজেশনে স্বল্প এনার্জির স্থানান্ড়র হওয়া। ৭.১ চিত্রে এ আয়োনাইজেশন সংঘার্ষের ট্র্যাক দেখানো হয়েছে।

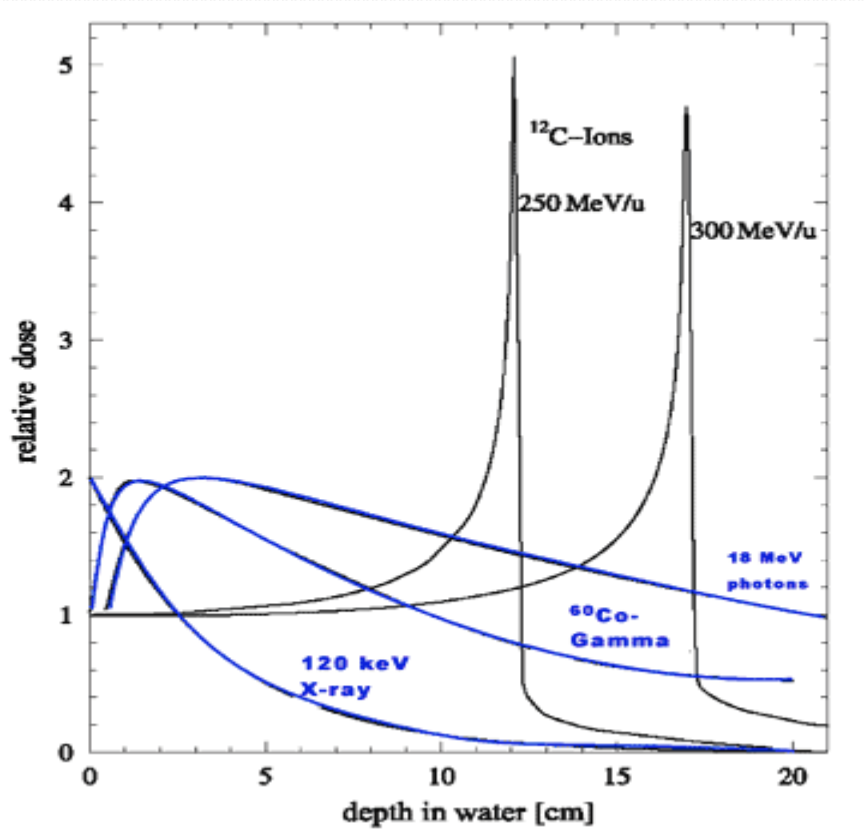
অপর শ্রেনীর বাধা হল, রেডিয়েশন উৎপাদনে অগ্রনীত করা যা ৭.১ চিত্রের () এবং () ট্র্যাক দ্বারা প্রকাশিত হয়েছে। যাকে "রেডিয়েটিভ কলিশন" বা বিকিরণজনিত সংঘর্ষ () বলে।

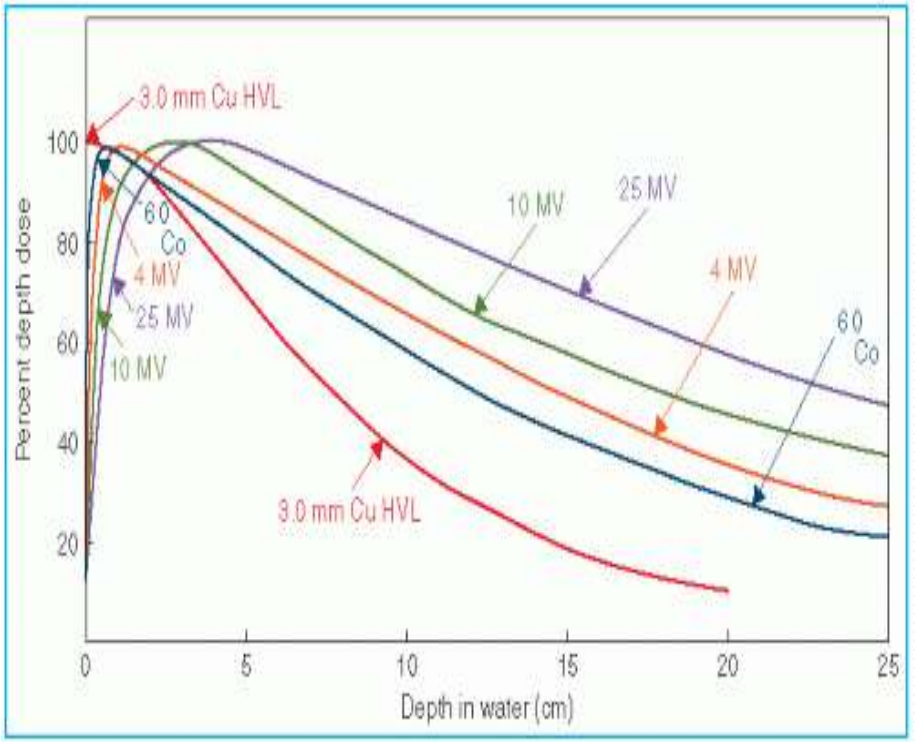
ইলেকট্রন স্ক্যাটারিং () ঃ ফটো ইলেকট্রিক পদ্ধতি, এনার্জি () এর ফোটন () এবং পরমাণু () এর মাঝে সংঘর্ষ নিয়ে কাজ করে, যা সীমাবদ্ধ করা ইলেকট্রন এর বাহিস্কারকরণের ফলে ঘটে। ফটো ইলেকট্রিক পদ্ধতিসমূহ ফোটনের অধিকাংশ এনার্জি কাইনেটিক এনার্জিতে রূপান্ড়রিত হয় এবং খুবই কম পরিমাণ এনার্জিকে বৈশিষ্ট্যগত রেডিয়েশন স্ক্যাটার্ড হতে দেখা যায়। এখন ক্যাটারিং পদ্ধতি দ্বারা আমরা কাজ করি যার মধ্যে কোন এনার্জি কাইনেটিক এনার্জিতে রূপান্ড়রিত হচ্ছে না এবং সবগুলোই স্ক্যার্টাড হয়ে যায়।

7.2 the depth dose distribution:



the depth dose distribution





৭.৩ ইলেক্ট্রোন থেরাপি ট্রিটমেন্ট প্যানিং ()ঃ

রেডিও থেরাপি এর প্যানিং কোর্সের প্রক্রিয়া, রোগীর চারদিকে রেডিয়েশন বীমস এর পছন্দ এবং ব্যবস্থা করার উপর নির্ভর করে। টিউমারের পার্শ্বদেশে হাইডোস এবং পরীবর্তী অন্যান্য স্থানের লো () লো-ডোস এর ব্যবস্থা করা হয়। টিউমার এবং টিস্যুর যে কোন জখম বা অসুস্থতার চিকিৎসাক্ষেত্রে ক্যালকুলেশন করা খুবই জর ুরি পদক্ষেপ। এ কাজগুলো এবং আইসোডোস কার্ভসমূহ (), যা তাদের সংস্পর্শে যায় ও এগুলো ওয়াটার ফ্যানটমের মধ্যে প্রস্তুতকৃত পরিমাপ থেকে পাওয়া যায়। তাদের ব্যবহার ডোসেজ প্যাটার্নের প্রতি খুব ভালো অনুমানের ব্যবস্থা করে, যা প্রকৃত রোগীর মধ্যে প্রস্তুত হবে। এ আকৃতি এবং রোগীর কোন কিছু গঠন করার কৌশল () এ প্যাটার্নকে প্রভাবিত করে, সুতরাং অনেক ঘটনার ক্ষেত্রে এজন্য ডোসেজ হিসাবের মধ্যে ছাড় () অবশ্যই প্রস্তুত করা হয়।

৭.১ চিত্রে টনসিলার এলাকার () মধ্যে একটি টিউমারের সাথে মাথার চিহ্নিত প্রস্থচ্ছেদের দৃশ্য দেখানো হয়েছে। নকশার বাম দিকে দেখায় একটি বীম রশ্মির জন্য একটি আইসোডোস চার্ট () একটি ধার্যকৃত () কোবাল্ট ইউনিট এটার উপর উপরি স্থাপিত () করা হয়, যেখানে ডাইনের নকশা, একটি আইসোমেট্রিক কোবাল্ট ইউনিট থেকে একটি বীম বা রশ্মির জন্য ডোস প্যাটার্ন দেখায়। এটাই এনাটমিক্যাল কাঠামোর উপর উপরি স্থাপিত করা হয়। ক্ষণকালের জন্য আমরা সারফেচ শেপ বা এয়ার ক্যাভিটিজ () অথবা বোনস বোনস বা হাড় () এর আইসোডোস বন্টনের উপর যে কোন প্রভাব অগ্রাহ্য করবো। এ সরলিকরণের সাথে বিভিন্ন টিস্যুর প্রতি ডোসেজ নকশা থেকে সরাসরি পাওয়া যায়। ইলেকট্রন থেরাপি ট্রিটমেন্ট প্যানিং এর ধাপসমূহ নিম্নরূপ-

রেফারেন্স ডোস ঃ ৭.৭ (ধ) চিত্রের () পয়েন্টে রেফারেন্স ডোস দেখানো হয়েছে, যা বীম এর কেন্দ্রের উপর স্কীন এর ঠিক (০.৫ সে.মি.) নিচের একটি পয়েন্ট। এ নকশায় রেফারেন্স ডোস এর মান ১০০% দেখানো হয়েছে। কোন কোন সময়, ধার্যকৃত () কৌশল এর জন্য এ ডোসকে আবার দেয় ডোস () নামে আখ্যায়িত করা হয়। চিকিৎসার জন্য এটার প্রকৃত মান, মেশিন এর গণনার ডাটা থেকে হিসাব করা হয় এবং অণ্যান্য সকল ডোস এটার সংশিষ্টতায় নির্ণয় করা হয় (৭.৭ চিত্রে দ্রষ্টব্য) ৭.৭ () চিত্রানুযায়ী আইসোসেট্রিক কৌশলের জন্য রেফারেন্স ডোস হল () বিন্দুতে এমন ডোস, যা মেশিনের আইসোন্টোরের সন্নিকটে এখন সংযুক্ত থাকে। শর্ত () দেয় ডোস () বিভ্রান্ড় () করতে পারে, যদি আইসোসেন্ট্রিক টেকনিক এর প্রতি প্রয়োগ হয় এবং সর্বাধিক টিস্যু ডোস বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করা উচিত।

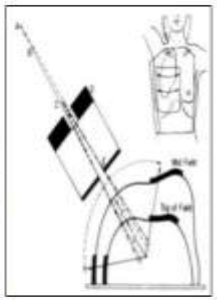
টিউমার ডোস ঃ টিউমার ডোস আলোচনার সঙ্গে টার্গেট ভলিউম () এর ধারণা অবশ্যই ীন্ড়ভূক্ত করা প্রয়োজন। টার্গেট ভলিউম টিউমার ধারণ করে কিন্তু যে কারণে টিউমার আবশ্যিকতার সাথে খুব সামান্যভাবেই সংশিষ্ট থাকে, তাই টার্গেট ভলিউমকে দীর্ঘতরভাবে প্রস্তুত করা হয়। এটা অতঃপর আবশ্যিকভাবে স্বাস্থ্যকর টিস্যুর নির্দিষ্ট পরিমাণ :ধারণ করে, যা অগ্নিপাত বা তেজস্ক্রিয়তার অধীন করবে। টিউমার ও টার্গেট ভলিউম এর মাঝে পার্থক্য নির্দেশ টিউমার এর সেফটি মার্জিন ধারণ করা খুবই প্রয়োজন। ৭.৭ চিত্রের আড়াআড়ি টানা দাগ বিশিষ্ট এলাকা তখন টার্গেটে বা টিউমার হিসেবে চিহ্নিত হয়। টিউমার ডোস সাধারণত টিউমারের কেন্দ্রে ডোস প্রকাশ করে, যদিও কিছু অণ্য কিছু মান ব্যবহার করা যেতে পারে। ৭.৭ () তে টিউমার ডোস, () পয়েন্ট ৭৬% প্রদর্শিত হয়েছে। সর্বাধিক টিউমার ডোস হল ৮২ % এবং সর্বনিু হল ৭০% । ৭.৭ () চিত্রে টিউমার ডোস হল ১০০% যার সবোর্চ্চ মাত্রা ১১০% এবং সর্বনিু মান ৯২%। ৭.৭ চিত্রের ব্যবস্থাপনা টনসিল () চিকিৎসার জন্য উপযোগী নয়, কারণ সর্বোচ্চ টিস্যু যোস হল টিউমার ডোস এর চেযে অধিক বেশি (১৩০% এর চেয়ে অধিক) । টিউমারের দিকে অধিক রশ্মি () নির্দেশ করার দ্বারা এ অবস্থার পরিবর্তন করা যেতে পারে।

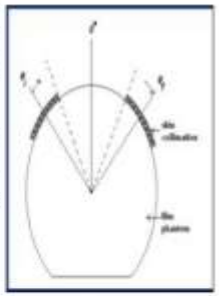
স্কীন ডোস ঃ স্কীন ডোস টার্ম এমনভাবে বর্ননা করা হয়, যা রোগীর বডি সারফেচের উপর একটি পয়েন্ট প্রকৃতপক্ষে এটা ঘটে থাকে। ৭.৭ চিত্রে () লেবেল দ্বারা স্কীন ডোস চিহ্নিত করা হয়। লো-এনার্জি একস-রে এর জন্য পিক ডোস এর সাথে মিলে যায়। বীম এনার্জির জন্য কোবাল্ট () এর সঙ্গে সঙ্গতিপূর্ন বা অধিকতর হয়, এটা হল "স্কীন স্পারিং" () প্রকৃত স্কীন ডোস জানা নাও থাকতে পারে। একটি সুপরিচিত চিকিৎসা ইউনিট এর মধ্যে এটা রেফারেন্স ডোস এর চেয়ে ৫.০% এর চেয়ে কম হতে পারে, কিন্তু খারাপভাবে ডিজাইন করা ইউনিট এর মধ্যে এর মধ্যে এটা প্রকৃতপক্ষে অধিকতর হতে পারে। () কোবাল্ট ইউনিট এর মধ্যে এ প্রশ্নের একটি ব্যপক সমীক্ষা প্রস্তুত করেছেন। এগুলোর কিছু ধারণার দৃষ্টান্ড়সহ ব্যাখ্যা নিম্নে দেয়া হল-

7.4 electron arc and beam therapy

Electron Arc Therapy:

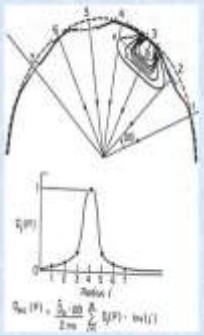
- The conventional technique of using tangential photon beams in this case will irradiate too much of the underlying lung.
- The alternative approach of using multiple abutting electron fields is fraught with field junction problems, especially when angled beams are used.
- In short, it appears that for a certain class of cases, electron arc therapy has no reasonable alternative.





Electron Arc Therapy

- For superficial tumors along curved surfaces



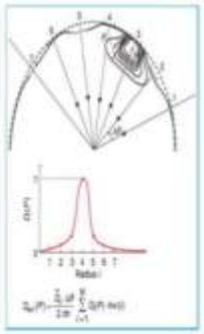
তেজস্ক্রিয় বিকিরণ বা রশ্মি নির্দেশকরণ আরেকটি প্রক্রিয়া হল পিন এবং আর্ক দৃষ্টান্ড়করণ প্রক্রিয়া। ৭.৮ চিত্রে এ ইলেকট্রন এর আর্ক থেরাপি প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এ প্রক্রিয়া তিনটি স্কেল ধারণ করে থাকে যাতে একটি অ্যাঙ্গুলার স্কেল আর্কের উপর মার্কড করা থাকে, লিনিয়ার স্কেলটি পিন এর উপর মার্কড করা এবং একটি লিনিয়ার স্কেল র‌্যাক বার এর উপর মার্কড করা থাকে। এগুলো সবই মেশিনের প্রতি সংযুক্ত করা থাকে। পিন এমনভাবে ব্যবস্থা করা থাকে, যাতে এটা বরাবর ঘোরাফেরা করতে পারে এবং তদুপরি এটার দৈর্ঘ্য বরাবর চলতে পারে। এক্ষেত্রে আর্ক এমনভাবে ব্যবস্থা করা থাকে, যাতে এটা আর্ক বরাবর ঘোরাফেরা করতে পারে এবং তদুপরি এটার দৈর্ঘ্য বরাবর চলতে পারে। এক্ষেত্রে আর্ক এমনভাবে ব্যবস্থা করা থাকে যাতে এটা স্লাইডিং মেকানিজম বা একটি র‌্যাক ও পিনিয়াম ডিভাইস () দ্বারা বীমবা রশ্মি বরারব গমন করতে পারে।

যাতে টিউমার চিকিৎসা কাজে রোগীর স্কীন এর উপরে নিচে টিউমারটি চিহ্নিত করা হয়।

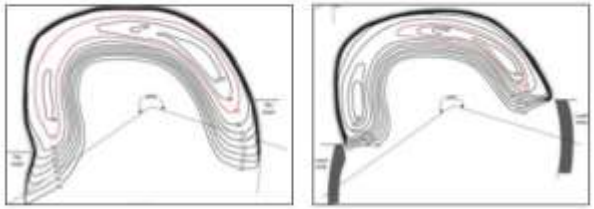
পিন এবং আর্ক ব্যবহার করতে হলে টেকনিসিয়ানকে টিউমারের) উপরে সরাসরি () পয়েন্টে একটি মাত্র স্কীন মার্ক করতে হয় এবং এ পয়েন্টে () এর নিচে টিউমারের দূরত্বের ধারণা পাওয়া যায়। সুতরাং, ইলেকট্রোন আর্ক থেরাপি প্রক্রিয়ায় বডি স্কীনের কতটুকু নিচে বা কোন অবস্থানে টিউমার রয়েছে তা জানা যায়। এ কাজ টেকনিসিয়ান গভীরতার () এর সাথে সামঞ্জস্য রেখে দূরত্ব () অনুযায়ী প্রথমে পিন সেট করতে হয়। অতঃপর- পিনকে আর্ক বরাবর স্লাইড রাখা হয়, যতক্ষন পর্যন্ড়না পূর্ব নির্ধারিত অ্যাঙ্গেল () কে রেডিও থেরাপিস্ট দ্বারা সিলেকটেড হয়। উদাহরণস্বরূপ, এই অ্যাঙ্গেল () এর মান ৪৫ রাখা হয়। এরপর টেকনিশিয়ান চিকিৎসার মেশিনকে ঘুরানো হয়, যতক্ষণ পর্যন্ড়না পিন খাড়া () অবস্থানে আসে। এ অবস্থা চিহ্নিত করতে পিন এর উপরে একটি স্পিরিট লেভেল () স্থাপন করতে অথবা মেশিনের উপর একটি অকজিলারি অ্যাঙ্গুলার স্কেল ব্যবহার করতে হয়। অতঃপর, র‌্যাকটিকে প্রায় () রিডিং এ (এক্ষেত্রে ১৫ সেন্টিমিটার) ঘুরানো হয় এবং মেশিনকে নিচে নামাতে হয়, যতক্ষণ পর্যন্ড়না রোগীর স্কীনকে () পয়েন্টে স্পর্শ করে। চিকিৎসা মেশিনকে এরপর রোগীর প্রতি সমন্বয় করা হয়। যতক্ষণ পর্যন্ড়না পিন () পয়েন্টকে এবং একই সাথে চিকিৎসা কোন () স্কীনকে স্পর্শ করে। বিশেষ কারণবশত, টিউমার থেকে চিকিৎসা কোণ এর দূরত্ব, () র‌্যাকবার () এর উপর স্কেলে এ রিডিং দেখা যায় এবং টিউমারের মাধ্যমে তেজস্ক্রিয় বিকিরণ বা রশ্মি সোজা রেখে () সঞ্চালন করানো হয়। ৭.৮ চিত্রে পিন ও আর্ক এর ছকবদ্ধ নকশা দেখানো হয়েছে, যেখানে এ আর্ক থেরাপি প্রক্রিয়া রোগীর স্কীন এর ইপর () পয়েন্টে () সেন্টিমিটার নিচের মার্কে টিউমার চিহ্নিত করে চিকিৎসার ব্যবস্থা করে। এ কাজ মেশিন থেকে ৪৫ কোণে টিউমারের দিকে রশ্মি () খাড়ার দিকে নির্দেশিত () করা হয়। এ সময়, টিউমার পর্যন্ড় স্কীন সারফেচ থেকে দূরত্ব () বজায় রাখা হয় এবং রেকট্যাঙ্গুলার বার এর উপর স্কেল থেকে সরাসরি এ রিডিং পাঠ করা যায়।

আর্ক অ্যাঙ্গেল এর ফলাফল () ঃ ৭.৯ চিত্রানুযায়ী আর্ক-এর দুটি ভিন্ন অ্যাঙ্গেলের জন্য ডোস বন্টন () দেখানো হয়েছে। নকশার বাম হাফ-এর উপরে একটি ডোস হল ২৭০ এর জন্য এবং ডান হাফ এর উপরে অপর ডোস হল ১২০ আর্কের জন্য। আর্ক থেরাপির জন্য ডোস বন্টনের অধিক ভিন্ন বৈশিষ্ট হল, সর্বোচ্চ ডোস এর এমন শিফট, যা আর্ক-এর বাইসেক্টরের দিকে ঘূর্ণনের কেন্দ্র থেকে দূরে যায়। এটা কারণ ছাড়াই সত্য যে, কেমন আকৃতি দেহরেখা() তৈরি হল। এটা বিবেচনা করা যেতে পারে ৭.৯ চিত্রের ডান পার্শ্ব থেকে, যাতে হাই ডোস এলাকার আকৃতি আবার আর্ক অ্যাঙ্গেল কমার সাথে কমতে থাকে। () দ্বারা মতবাদ অনুযায়ী এটা আবার সত্য যে ঘূর্ণনের ডিগ্রি কমে গিয়ে ৩৬০ এর চেয়ে নিচে নেমে গেলে আইসোডোস কার্ভ এমনভাবে বিকৃত হয় যে, নিচের অংশ (বীম প্রবেশ সারফেচের বিপরীত পার্শ্বে) আর্ক অ্যাঙ্গেলহ্রাস হবার সাথে চুপসে যায় ()। যখন

- (a)Integration of the stationary beam profiles
- This method requires an isodose distribution as well as the dose rate calibration of the field (under stationary beam conditions) used for arcing.
- Radii are drawn from the isocenter at a fixed angular interval $\Delta\theta$ (e.g.,10 degrees).
- The isodose chart is placed along each radius, while the dose at point P as a fraction of the maximum dose on the central axis is recorded.
- Let $D_r(P)$ be this dose as the isodose chart is placed at the radius.



- **Field Shaping**



Isodose distribution in arc rotation with and without lead strips at the ends of the arc, using a section of an Alderson Rando phantom closely simulating an actual patient cross section.
Arc angle = 236 degrees;
Average radius of curvature =10cm;
Beam energy = 10 MeV;
lead strip thickness = 6 mm;
Field size at the surface = 4.2 x 8.5cm².

৮.১ রেডিওআইসোটোপ এন্ড লেভেল্ড কম্পাউন্ড:

Production of Radiopharmaceuticals (aka (Radio)tracers)

13/48

Youngho Seo

Radioactive elements (radionuclides) are produced by:

- Natural occurrence, but rarely
- Nuclear reactors (bombarding neutron beams to stable nuclides)
- Nuclear fission (as a product)
- Cyclotron (bombarding accelerated charged particles to stable nuclides)

A radioactive compound used for the diagnosis and therapeutic treatment of human diseases.

- Radiopharmaceutical = Radionuclide + Pharmaceutical

For example,

^{99m}Tc-MDP = ^{99m}Tc (radionuclide) + MDP (methylene diphosphonate)

- Used in skeletal scintigraphy primarily for detection of neoplasm, infection, or trauma.

^{18}F-FDG = ^{18}F (radionuclide) + FDG (fluorodeoxyglucose)

- Used in positron emission tomography primarily to diagnose many brain diseases, measure regional brain function, measure myocardial viability, and diagnose or stage a variety of cancers.

Table of Diagnostic Medical Radionuclides

Radionuclide	Half-life	Major Decays	Major Energies (MeV)
Carbon 11 (C-11)	20 minutes	positron emission	0.511
Fluoride 18 (F-18)	110 minutes	positron emission	0.511
Gadolinium 153 (Gd-153	241 days	gamma	0.097/0.103
Gallium 67 (Ga-67)	78 hours	gamma	0.093/0.184/0.300
Indium 111 (In-111)	2.8 days	gamma	0.245/0.171
Iodine 123 (I-123)	13 hours	gamma	0.159
Iodine 125 (I-125)	60 days	gamma	0.035
Iodine 131 (I-131)	8 days	beta/gamma	0.606/0.364
Rubidium 82 (Ru-82)	1.3 min	gamma	0.776
Technetium 99m (Tc-99m)	6 hours	gamma	0.140
Thallium 201 (Tl-201)	74 hours	gamma	0.167/0.135
Xenon 133 (Xe-133)	5.2 days	gamma	0.081

রেডিওআইসোটোপ এন্ড লেভেল্ড কম্পাউন্ড:

মেডিসিনে থেরাপিউটিক এমনকি ডায়াগনস্টিক প্রয়োগ উভয়ের জন্যই রেডিও আইসোটোপ ব্যবহৃত হয়। ডায়াগনস্টিক প্র্যাকটিসে রেডিওয়্যাকটিভ কেমিক্যালস এর স্বল্প পরিমাণকে ট্রেসারস বা(রেডিও ফার্মাসিউটিক্যালস বলে। এগুলো হাতের ভেইন (এর মধ্যে ইনজেকট করা অথবা ইনগেসশন বা ইনহেলেশন এর মাধ্যমে পরিচালনা করা হয়। রোগীর শরীর অথবা বডিফ্লুইডের () এর মধ্যে বিভিন্ন পয়েন্টে রেডিওয়্যাকটিভিটি এর পরিমাণকে রেডিয়েশন ডিকেটরস দ্বারা পরীক্ষা করা হয়। এই ডিকেটরসমূহ ব্যবহারে রেডিওয়্যাকটিভিট এর পরিমাণ, পরিমাপ করা যায়, এটা অর্গান এর যে কোন অংশের অথবা সম্পূর্ন অর্গান এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য প্রতিবিম্ব দেখায় যে, যেখানে বায়োকেমিক্যাল পদ্ধতি সাধারণতভাবে ঘটেছে এবং যেখানে সেগুলো খুব আস্ড়ে অথবা খুব তাড়াতাড়ি ঘটতে থাকে।

প্রাচীনতম পদ্ধতিসমূহের মধ্যে সংশিষ্ট মেডিসিনে রেডিওয়্যাকটিভ ট্রোরসমূহের ব্যবহার ছিল থাইরয়েড গ্যান্ড দ্বারা রেডিওয়্যাকটিভ আয়োডিন এর আপটেক এর পরিমাণ। ১৯৪০ খ্রিস্টব্দের পূর্বে দেখা গেছে যে, থাইরয়েড দ্বারা আয়োডিন এর আপটেক এর হার () থাইরয়েড হর্মোনএর বাড়তি উৎপাদন দ্বারা বৈশিষ্ট্যকৃত রোগের দ্বারা রোগীর মধ্যে অধিকভাবে বেড়ে যায়। এই রোগ যা বুক ধরপড় (), কাপুনি বা শিহরণ () শরীরের ওজন হারানো এবং জটিল ঘটনার এমনকি মৃত্যু () পর্যন্ড় ঘটাতে পারে। অন্য রোগীগনের থাইরয়েড দ্বারা হ্রাসকৃত আয়োডিন অপটেক () প্রদর্শন এবং রোগের লক্ষণ ও থাইরয়েড কার্যাবলির হ্রাসের উপসর্গ ছিল। এভাবে লম্বা সময়ের জন্য মেডিক্যাল ডায়াগনস্টিকস এর মধ্যে রেডিওয়্যাকটিভ প্রেসারসমূহ ব্যবহৃত হয় এবং এমনকি অধুনা, থাইরয়েড গ্যান্ড অর্গান হতে শুর ঁ করে যা মাঝে মধ্যেই বা ঘন ঘন নিউক্লিয়ার মেডিসিন দ্বারা পরীক্ষা করা হয়।

রেডিও-নিউক্লাইড ইমেজিং এর ক্লিনিক্যাল ব্যবহার রোগীর মধ্যে রেডিও নিউক্লিাইডের একটি সুবিধাজনক বন্টন পাবার উপর নির্ভর করে। রেডিও নিউক্লাইড হল কমপাইন্ডের প্রতি লাভেলড , যা সমীক্ষাতে মানুষের টিস্যু দ্বারা কোন উপায়ে জীবদেহের রাসয়নিক র ঁপান্ড়র অথবা গ্রহণ করা হয়। রোগী অভ্যন্ড়রে ইনজেকশন দ্বারা পদার্থ গ্রহণ করে এবং উপযোগী দেরী করার পর এটা দীর্ঘ সময় পর টার্গেটে টিস্যুর মধ্যে আপটেক এবং রক্ত থেকে ফাঁকা অনুমোদন করে, যাতে প্রতিবিম্ব প্রক্রিয়া আরম্ভ করতে পারে। এভাবে কার্যকরী স্ট্যাটিক ইমেজ, প্রত্যেকটি ২ থেকে ১০ মিনিট সময় নেয়, যা হাড় , ব্রেইন(), থাইরয়েড(), ফুসফুস() প্রভৃতি প্রস্তুত করতে পারে। গামা ক্যামেরা দ্বারা ডাইনামিক সমীক্ষা সম্পাদন করা যেতে পারে। যা ইনজেকশনের সময় থেকে শুর ঁ হয় এবং ফটোগ্রাফি অথবা ডিজিটাল উপায়ে ডাটার দকাঠামো ধারণ অথাৎ সময়সীমা মিনিট থেকে সেকেন্ড পর্যন্ড় নামানো হয়। এ ধরনের ডাটার নিউমেরিক্যাল বিশেষণ অর্গানের কাজের উপর প্রয়োজনীয় তথ্য (রক্ত সরবারহ ফাকের হার (প্রভৃতি উৎপন্ন করে।

ব্রেইন , লিভার , লাংস, বোনস , থাইরয়েড, কিডনী এবং হার্ট পরীক্ষা করতে অধিক জর ঁরি ইমেজিং রেডিও নিউক্লাইড ব্যবহার করেছেন।

অধ্যায় ৮

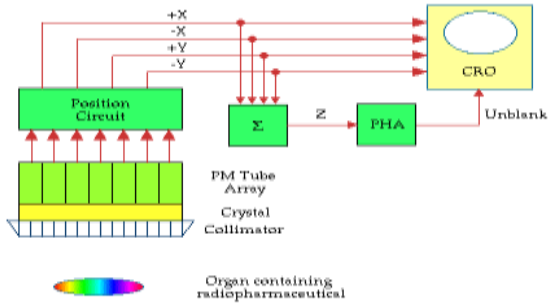
নিউক্লিয়ার ইমেজিং ইকুপমেন্ট

()

৮.২ বেসিক্স কনসেপ্ট অফ বায়োমেডিকেল ইন্সট্রুমেন্ট :

আধুনিক চিকিৎসা ব্যবস্থায় রোগ নির্ণয় এবং চিকিৎসাকার্যে ব্যবহৃত অন্যান্য ইনস্ট্রুমেন্টের পাশাপাশি নিউক্লিয়ার প্রযুক্তি নির্ভরশীল ইনস্ট্রুমেন্টের উদ্ভাবন এবং ব্যবহার চিকিৎসাবিজ্ঞানের অগ্রযাত্রাকে ত্বরান্বিত করেছে। নিউক্লিয়ার প্রযুক্তিভিত্তিক তৈরি মেডিকেল ইন্ট্রুমেন্টগুলোর কাহর্যপ্রাণালী মূলত পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে বিকিরত বিভিন্ন কণা বা রশ্মির বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ভর করে পরিচালিত হয়। বর্তমানে এমন কিছু নিউক্লিয়ার ইনস্ট্রুমেন্ট চিকিৎসা ব্যবস্থায় যন্ত্রবিজ্ঞানের সাথে সংযুক্ত হয়েছে, যেগুলো রোগ নির্ণয় এবং চিকিৎসার ক্ষেত্রে একমাত্র নির্ভরশীল ইন্ট্রুমেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। পরমাণু চিকিৎসা কেন্দ্রগুলোতে বিভিন্ন নিউক্লিয়ার ইনস্ট্রুমেন্টের সাহায্যে বিকিরণকে কাজে লাগিয়ে এবং বিভিন্ন তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের সাহায্যে রোগ নির্ণয় এবং চিকিৎসা প্রদান করা হচ্ছে।

অধিকাংশ নিউক্লিয়ার ইনস্ট্রুমেন্ট দেহের মধ্যে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের বন্টন বা অবস্থান অনুযায়ী শরীরের বিভিন্ন অংশের প্রতিবিম্ব বা ইমেজ সৃষ্টির জন্য ব্যবহৃত হয়। এ ইমেজিং প্রযুক্তিতে প্রাপ্ত ফলাফল থেকে রোগের প্রকৃতি এবং সঠিক অবস্থান সম্পর্কে ধারনা পাওয়া যায়। রেকটিলিনিয়্যার স্ক্যানার () এবং গামা-ক্যামেরা () এই ধরনের যন্ত্রায়ন ব্যবস্থায় তৈরি নিউক্লিয়ার ইমেজিং ইন্সট্রেমেন্ট। এ ক্ষেত্রে গামা-রশ্মির বিকিরণ ব্যবহৃত হয়। কম্পিউটারাইজড এক্সিয়্যাল টোমোগ্রাফি বা () স্ক্যানারও এক্স-রে বিশোষণ প্রক্রিয়ায় শরীরের বিভিন্ন অংশ বা অঙ্গের ইমেজ সৃষ্টির জন্য ব্যবহার করা হয়। রেনোগ্রাফির মাধ্যমে কিডনির কার্যকারিতা পরীক্ষার জন্য নিউক্লিয়ার ইন্সট্রুমেন্ট হিসাবে রেনোগ্রাম যন্ত্র () ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে কিহডনির স্থান শনাক্ত করে ঐ স্থানে উপযুক্ত রেডিওফার্মাসিউটিক্যাল প্রয়োগ করা হয়। এক্স-রে অথবা গামা-রে এর বিকিরণ () রেডিওথেরাপির কাজেও করা হয়। এক্স-রে তেজস্ক্রিয়তা থেকে নিরাপত্তার জন্য তেজস্ক্রিয়তার পরিমাণকে পরিমাপ করা, পরমাণু এবং আলফা, বিটা ও গামা ক অনেক ধরনের নিউক্লিয়ার যন্ত্রায়ন () ব্যবস্থার প্রয়োজন হয়। বিকিরিত ত হয় এবং এর ফলে আয়নিত এবং অন্যান্য পরমাণুতে রাসয়নিত পরি শনাক্তকরণ বা উদঘাটন, গণনা এবং চলন প্রভৃতি পরিমাপের জ



৮.৩ রেকটিলিনিয়ার স্ক্যানার এর গঠন ও কার্যনীতি () ঃ

রেকটিলিনিয়্যার স্ক্যানার চিকিৎসা বিজ্ঞানে ব্যবহৃত একটি নিউক্লিয়ার ইন্সট্রুমেন্ট। এটি একটি বড় ধরনের সিনটিল্যাশন কাউন্টার , যা সরলরৈখিক বা রেককটিলিনিয়্যার গতিতে শরীরের উপর চলমান থাকে এবং শরীরের ভিতরের তেজস্ক্রিয়াকে সুষমভাবে সমস্ড় অংশে ছড়িয়ে দেয়। এই যন্ত্রের ক্ষেত্রে যা ঘটে তা হল, কোন ব্যক্তির শরীর থেকে বেরিয়ে আসা গামারের ফোকাসের মাধ্যমে এক ফালি বা স্াইস-আকারের প্রতিবিম্ব বা ইমেজ পাওয়া যায়। কিন্তু এখানে অসুবিধা হচ্ছে বৈদ্যুতিকভাবে গামা-রশ্মি একটি আধানমুক্ত বা চার্জহীন রশ্মি। তাই এটাকে বিদ্যুৎ অথবা চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা ফোকাস করা যায় না, কিন্তু এটাকে মেটাল কলিমেটর (ব্যবহার করে উদঘাটক বা ডিটেক্টর থেকে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে কিছু ফোকাসিং এর ব্যবস্থা করা যায়। ফোকাসিং কলিমেটর সাধারণভাবে সীসা ধাতুর তৈরি এবং এতে কিছু সংখ্যক সর গর্তের মত থাকে, যার ফলে কলিমেটরের সম্মুখে একটা নির্দিষ্ট দূরত্বে বিভিন্ন কোণে গামা-রশ্মিগুলোকে ফোকাস করা যায়। এ ধরনের একটি কলিমেটর ব্যবস্থা ৮.৩ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

রেকটিলিনিয়ার স্ক্যানার যন্ত্রটি আবিস্কারের প্রথম পর্যায়ে স্ক্যানারকে মেশিন অপারেটর হাত দিয়ে রোগীর শরীরের উপর চালনা করত। বর্তমানে স্বয়ংক্রিয়ভাবে মোটরের সাহায্যে স্ক্যানারটি চালিত হয় এবং সমান্ড়রালভাবে একের পর এক স্ক্যান হতে থাকে।

বেশির ভাগ স্ক্যানারে প্রতিবিম্ব বা ইমেজ প্রদর্শনের জন্য দুই ধরনের ডিসপে সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।

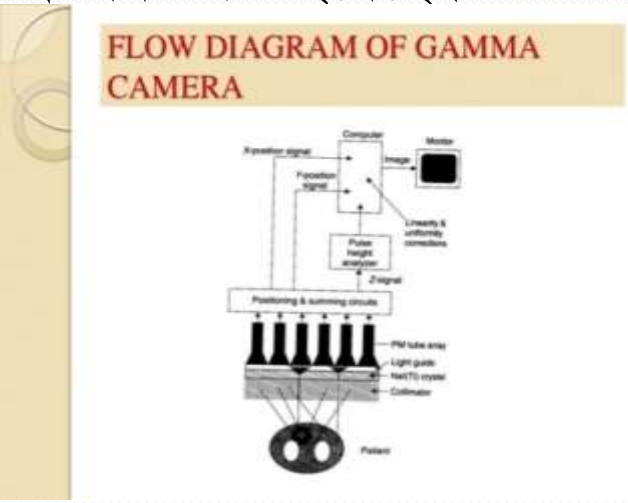
প্রথমটি হচ্ছে কালার ডট সিস্টেম, এক্ষেত্রে ডিটেক্টর থেকে নির্দিষ্ট সংখ্যক পালসের জন্য একটি ডট এর সৃষ্টি হয়। ইনপুট গণনার হারের সমানুপাতে কালার টাইপ রাইটার রিবনকে চলার মাধ্যমে ডটের কালার পরিবর্তন করা যায়। কালার ডট সিস্টেমের সুবিধা হল কাগজে দ্র ত ইমেজ গঠন করা যায়। কিন্তু ইমেজ বা প্রতিবিম্ব একটি নির্দিষ্ট আকরের হয়, কারণ রাইটিং হেডের সাথে স্ক্যানার ডিটেক্টরের হেড সরাসরি সংযুক্ত থাকে।

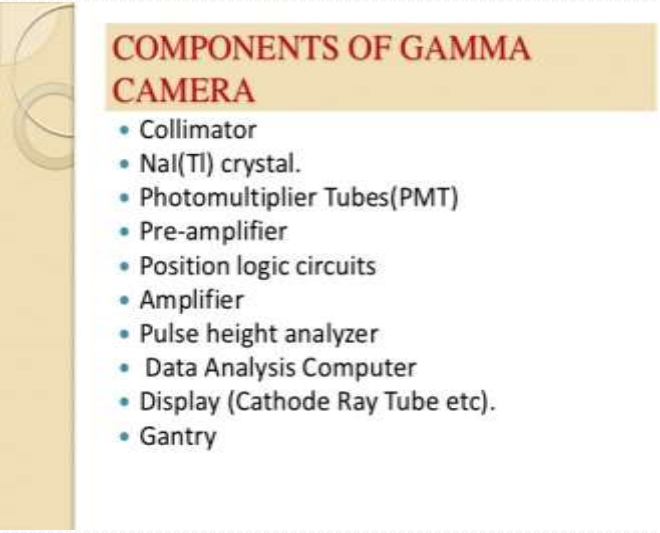
দ্বিতীয়টি হল ফিল্মের সাহায্যে প্রদর্শন ব্যবস্থা। এক্ষেত্রে ক্যাথোড-রে সম্মুখে ফিল্ম স্থাপনের মাধ্যমে ফটোগ্রাফিক ইমেজ তৈরি হয়। এ পদ্ধতির বিশেষ সুবিধা হচ্ছে ইমেজের আকার পরিবর্তন করা যায়। বৈদ্যুতিকভাবে সিগন্যালকে বাড়ানো এবং কমানোর মাধ্যমে অসিলোস্কোপের পর্দায় ইমেজকে ছোট-বড় বা আকারের পরিবর্তন করা যায়।

স্ক্যান হওয়ার পূর্বে রোগীর দেহে অবশ্যই তেজস্ক্রিয় ওষুধ প্রয়োগ করা হয় এবং নিম্নলিখিত আনুষঙ্গিক বিষয়গুলো সম্পান্ন করা হয়।

৮.৪ গামা ক্যামেরার গঠন ও কার্যনীতি ():

গামা ক্যামেরা পরমাণু চিকিৎসা ব্যবস্থায় একটি অতি আধুনিক সংযোজন। রেকটিলিনিয়্যার স্ক্যানারের বিশেষ অসুবিধা হচ্ছে স্ক্যানিং এর মাধ্যমে ইমেজ তৈরিতে বেশ সময়ের প্রয়োজন হয়, কারণ রোগীর শরীরের সম্পূর্ন অংশে স্ক্যানার হেড ঘুরতে সময় লাগে। এই অসুবিধা গামা ক্যামেরা দূর করেছে। রোগীর সম্পূর্ন শরীর অতি দ্রুত স্ক্যান করে গামা ক্যামেরা সেকেন্ডের মধ্যেই আইসোটোপিক ইমেজ তৈরি করতে সক্ষম। প্রায় ৩০ বছর পূর্বে এনজার () গামা ক্যামেরার কার্যনীতি আবিস্কার করেন। গত ২০ বছর থেকে এই ইন্সট্রুমেন্টের ব্যাপক প্রচলন শুরু হয়েছে।





গামা ক্যামেরার গঠন একটি বড় ধরনের সিনটিল্যাশন ক্রিস্টাল ব্যবহার করা হয় এবং এর সম্মুখে সীসার তৈরি একটি কলিম্যাটর স্থাপন করা হয়, যাতে বহুসংখ্যক গর্তের মত থাকে। সাধারণভাবে সিনটিল্যাশন কেলাস বা ক্রিস্টালটির ব্যাস ৫০ সেন্টিমিটার এবং এটি ১ সেন্টিমিটার পুর ত্ব বিশিষ্ট হয়। এই যন্ত্রে ব্যবহৃত কলিম্যাটরটিতে কয়েক হাজার সমান্ড়রাল হোল থাকে (চিত্রঃ ৮.৪)। এরূপে গঠনের ফলে রোগীর দেহ খুব দ্র ত স্ক্যান করা যায় এবং অপেক্ষাকৃত অনেক কম সময়ের আইসোটোপিক ইমেজ গঠিত হয়।

এ পদ্ধতির একটি অসুবিধা হল ক্রিস্টালে ফ্ল্যাশ বা আলোর ঝলকের অবস্থার রেকর্ড করা। প্রথম দিকে ক্রিস্টালের অবস্থা অবলোকনের জন্য ৭টি ফটোমাল্টিপেয়ার টিউব সমবেতভাবে ব্যবহার করা হত। এতে প্রতিটি টিউবের ঝলক ফ্ল্যাশের বিস্ড়র তুলনা করে ক্রিস্টালের কথায় ফ্ল্যাশ সৃষ্টি হচ্ছে, তা শনাক্ত সম্ভব হত। যদি ফটোমাল্টিপয়ার টিউবের অধীনের ফ্ল্যাশটা থাকে, তবে সবচেয়ে বড় পালস দ্বারা সৃষ্টি হবে এবং অন্য ৬টি টিউবে খুব ছোট কিন্তু সবগুলো সমান পালস সৃষ্টি হবে। এই ৭টি পালসের সমন্বয়ে সমানুপাতিকভাবে ক্রিস্টালে ফ্ল্যাশের স্থানাঙ্ককে লেখা যায়।

8.5 Basics theory of positron emission tomography

Beta$^+$ (Positron) Emission

These mostly proton-rich (except ^{124}I) radionuclides are used in positron imaging (a.k.a. Positron Emission Tomography or PET, in short).

$$p \rightarrow n + e^+ + \bar{\nu}_e$$

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + e^+ + \bar{\nu}_e$$

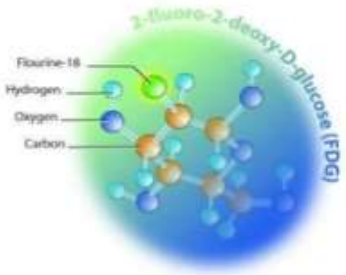
$${}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + e^+ + \bar{\nu}_e$$

$${}^{11}_{8}C \rightarrow {}^{11}_{7}N + e^+ + \bar{\nu}_e$$

$${}^{15}_{8}O \rightarrow {}^{15}_{7}N + e^+ + \bar{\nu}_e$$

Tracer in PET

Special form of substance such as glucose in injected in body is FDG (Flouro-dehydroxy glucose) that collects in cells that are using a lot energy such as cancer cells

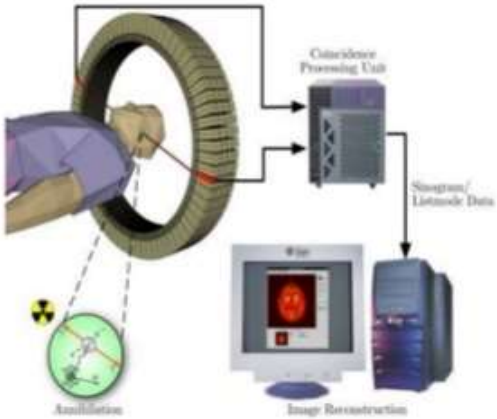


Why glucose ?

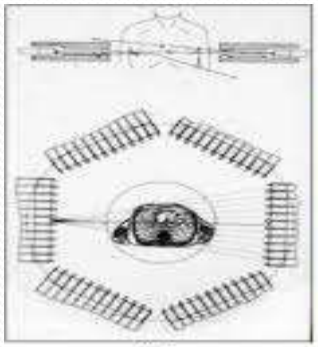
When radio pharmaceutical inserted in body.
Body consume energy in the form of glucose
Tumor has high rate of consumption

Working Principle of PET:

- Positron emitting tracer is injected into the body which emits positrons causing annihilation that results two gamma rays.
- These rays are detected by opposing detectors.
- The incident photon is converted into light and converted into electrical signals by PMTs.
- Then these signal is transfer to amplifier and other electronic circuit.

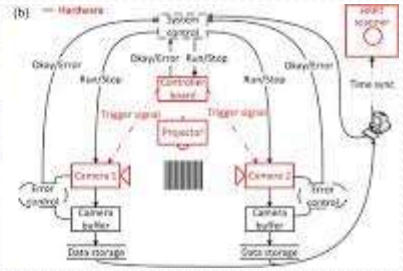


The gantry and detector component of pet scanner:



(a)

(b)



Gantry PET

Ring Diameter 82 - 93 cm

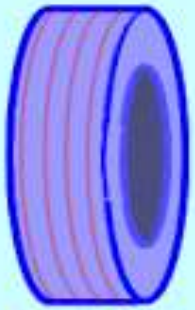
Transaxial FOV 50 - 60 cm

Number of Rings 18 - 32

Number of scintillation crystals 9.2 - 18k

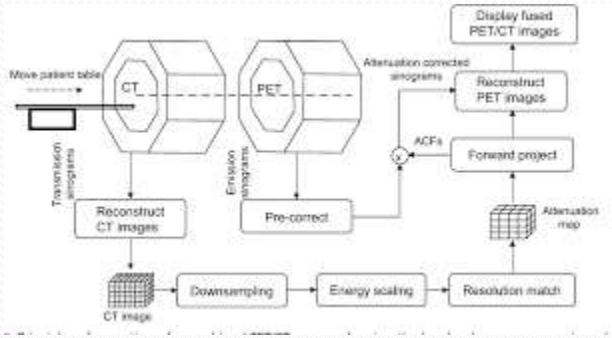
Detector Blocks 144 - 288

Number of PMTs 264 - 1155



Axial 15 -18 cm

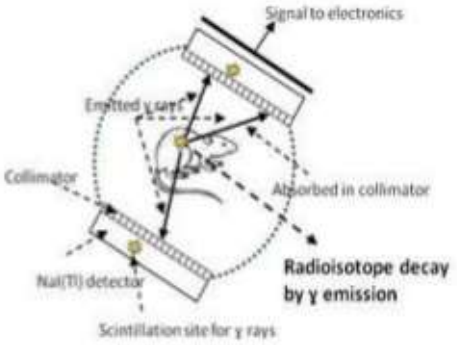
Describe the data acquisition system of a pet scanner



Basics theory of SPECT

Principle of SPECT

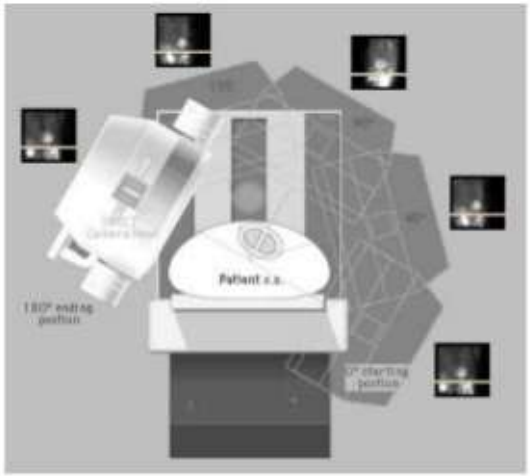
- Gamma-ray photons emitted from the internal distributed radiopharmaceutical (tracer) penetrate through the patient's body.
- Detected by a single or a set of collimated radiation detectors.
- Most of the detectors used in current SPECT systems are based on a single or multiple NaI(TI) scintillation detectors.
- In SPECT, projection data are acquired from different views around



Nuclear medicine

Technetium -99

- ✓Meta stable nuclear isomer of TC-99
- ✓Symbolized as TC-99m that is used in terms of million of medical diagnostic procedures



Detector Crystal in SPECT

Thallium activated Sodium Iodide
Detectors of gamma rays
It is sensitive to gamma rays and convert into light

Commonly used Radio nucleotide in SPECT

Radionucleotide	Main emision energy	Half life
Tc-99m	140	6.02 hrs
Ti-201	69,71,80	73 hrs
I-123	159	13 hrs
In-111	1,7,245	2.83 days
Xe-133	81	5.25 days

The application of spect and pet scanner

PET	SPECT
• Emits positrons	• Emits gamma radiations
• Higher re solution	• Lower re solution
• Costlier scanner	• Less capital intensive scanner
• Limited halflife of radiopharmaceuticals	• Longer lived radioisotopes

SPECT vs PET imaging

Attribute	SPECT	PET
Detection	Single γs	Coincident γs
Radionuclides	^{99m}Tc, ^{67}Ga, ^{111}In	^{18}F, ^{82}Rb, ^{13}N,
E_γ	70 – 300 keV	511 keV
Spatial res.	~ 10 – 12 mm	~ 5 - 6 mm
Atten.Correction	No / Yes*	Yes

** Possible with SPECT/CT or transmission source systems*

SPECT vs PET Perfusion

SPECT	PET
• Energy: 78-140 KeV	• 511 KeV
• Attenuation correction: sometimes	• Attenuation correction: always
• Stress: exercise, pharmacologic	• Stress: pharmacologic, exercise in future (F-18)
• Protocol, start to finish: 2–2/12 hours	• Protocol, start to finish:30–45 minutes
• Ventricular function: post-stress, rest	• Ventricular function: stress, rest

অধ্যায়-০৯

নিউক্লিয়ার বায়োমেডিক্যাল ইকুইপমেন্ট

৯.১ রেনোগ্রাফি এর সংজ্ঞা () ঃ

যে পদ্ধতিতে কিডনির কার্যকারিতা সম্পর্কে পরীক্ষালব্ধ জ্ঞার অর্জন করা যায়, তাকে রোনোগ্রাফি () বলে। রোনোগ্রাম যন্ত্র হচ্ছে এ কাজের জন্য ব্যবহৃত একটি নিউক্লিয়ার ইন্সট্রুমেন্ট এ যন্ত্রের সম্পূর্ন কার্যকারিতায় ৩টি প্রোব () ব্যবহার করা হয় অথবা এক্ষেত্রে গামা ক্যামেরাও ব্যবহার করা যেতে পারে। বিশেষণের ফলাফল দৃশ্যমান রেখার সাহায্যে অথবা আরও উন্নত কোন ডিভাইসের সাহায্য পাওয়া যায়।

৯.২ রেনোগ্রাম এর কার্যাবলি () ঃ

রেনোগ্রামের সাহায্যে কিডনির কার্যকরিতা () নিধারণ করা হয় রক্ত থেকে রেডিও ফারমাসিউটিক্যালের স্থানান্ড়রে হারের () উপর। এজন্য সাধারণভাবে রক্ত প্রবাহ পথে () (অর্থোহাইপিউরিক অ্যাসিড) এর সাথে ১৩১$_{১}$ লেবেল ব্যবহার করা হয়।

কিডনির কার্যকরিতা পরীক্ষা রোগীর মূত্রথলি বা মূত্রাশয় () খালি অবস্থায় চালনা হয়। রোগীর পিছনের দিকে বাম এবং ডান কিডনি দুটিতে দুটিতে ত্বকের উপরেই চিহ্নিত করার জন্য দাগ দিয়ে অথবা কোন কিছুর দ্বারা চিহ্নিত করে রাখা হয়। এ ত্বকের উপর থেকেই কিডনির অবস্থান চিহ্নিতকরণ কাজটি একজন অঙ্গ ব্যবচ্ছেদে দক্ষ ব্যক্তি বা অ্যানাটমিস্ট সহজেই করতে পারেনা। কিডনি শনাক্তকরনের ব্যপারের কোন প্রকার অ্যানাটমিক্যাল জটিলতার সৃষ্টি হলে এক্স-রে পরীক্ষা অথবা আলট্রাসাউন্ড () স্ক্যানারের মাধ্যমে তা সমাধা করা যায়।

যান্ত্রিক ব্যবস্থা অনুযায়ী রোগীকে শায়িত অবস্থা অথবা চেয়ারে বসিয়ে কিডনি শনাক্তকরণ স্থানে প্রোবগুলো স্থাপন করা হয়। প্রোবগুলো () একটি আদর্শ সিনটিলেশন ডিটেক্টরের সাতে যাতে সম্পূর্ন কিডনি দুইটি এবং চারিপার্শ্বে অবস্থিত কিছু টিস্যুসহ সন্নিহিত ক্ষেত্রে অবলোকিত হতে পারে , অর্থাৎ ঐ সম্পূর্ন ক্ষেত্রে বিকিরণ ছড়াতে পারে। উপযুক্ত সময়ের সাপেক্ষে ব্যাকগ্রাউন্ড মাত্রা () গণনা করা হয় এবং তখন মিরা বা ধমনীতে () ১৫() তেজস্ক্রিয়তা বিশিষ্ট () প্রবেশ করানো হয় () ইনজেকশনের পর প্রতিটি কিডনির কাউন্ট রেট ২০ থেকে ৩০ মিনিট ধরে রেকর্ড করা হয় (চিত্র ৯.১)।

পরীক্ষাকার্য চালনা করার পূর্বে প্রোবগুলো সঠিকভাবে স্থাপন করা হয়েছে কি না এবং ট্রেসার ডোস () সঠিকভাবে দেয়া হয়েছে কি না, তা দেখে নিতে হবে। বাড ক্লিয়ারেন্স কার্ভ রেকর্ড করার জন্য তৃতীয় প্রোবটি হৃৎপিন্ডের উপরিভাগে স্থাপন করা হয়। তিনটি প্রোবের জন্যই কাইন্ট রেকর্ড করা হয় এবং আংশিক বাড পোল () কার্ভ বাম এবং ডান কিড্নির প্রোবের সাহায্যে কাউন্টের মাধ্যমে হিসাব করা হয়।

ক্লিয়ারেন্স কার্ভের ক্ষেত্রে তিনটি দশার () অবস্থান বিবেচনা করা হয়। প্রথম ফেজের বৈশিষ্ট্য দ্র ত উপরে উঠে যায়, দ্বিতীয় ফেজের মাথা থেকে কিছুটা ধীর গতিতে উপরে উঠতে থাকে এবং তৃতীয় ফেজ পিক বা সর্বোচ্চ থেকে নিচে নেমে আসে। ফেজের এ তিন অবস্থাকে যথাক্রমে ভ্যাসকিউলার () সিক্রিটরি () এবং এক্সক্রিটরি ফেজ () বলা হয়।

- MAG3 is preferred over Tc-99m-DTPA in neonates, patients with impaired function, and patients with suspected obstruction, due to its more efficient extraction.[2][6][7] The MAG3 clearance is highly correlated with the effective renal plasma flow (ERPF), and the MAG3 clearance can be used as an independent measure of kidney function.[8] After intravenous administration, about 40-50% of the MAG3 in the blood is extracted by the proximal tubules with each pass through the kidneys; the proximal tubules then secrete the MAG3 into the tubular lumen.[9]
- Tc-99m-DTPA is filtered by the glomerulus and may be used to measure the glomerular filtration rate (GFR) (in a separate test), making it theoretically the best (most accurate) choice for kidney function imaging.[10] The extraction fraction of DTPA is approximately 20%, less than half that of MAG3.[9] DTPA is the second most commonly used renal radiopharmaceutical in the United States.[11]

Radioisotope renography is a form of medical imaging of the kidneys that uses radiolabelling. A **renogram**, which may also be known as a **MAG3 scan**, allows a nuclear medicine physician or a radiologist to visualize the kidneys and learn more about how they are functioning.[1] MAG3 is an acronym for mercapto acetyl tri glycine, a compound that is chelated with a radioactive element – technetium-99m.
The two most common radiolabelled pharmaceutical agents used are Tc99m-MAG3 (MAG3 is also called mercaptoacetyltriglycine or mertiatide) and Tc99m-DTPA (diethylenetriaminepentacetate). Some other radiolabelled pharmaceuticals are EC (Ethylenedicysteine) and 131-iodine labelled OIH (*ortho*-iodohippurate).[2]

৯.৩ থাইরয়েড আপটেক প্রক্রিয়া () ঃ

মানবদেহে থাইরইডে প্রভাবে থাইরক্সিন হরমনের () সৃষ্টি হয়। রক্তে থাইরক্সিনের মাত্রা শনাক্তকরণ বা উদঘাটনের () জন্য কয়েকটি তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ প্রযুক্তির উদ্ভাবন হয়েছে। এ প্রযুক্তিগুলো ক্লিনিক্যাল কাজে থাইরইডের রোগ নির্ণয়ের জন্য ব্যবহার হচ্ছে। থাইরইড হরমন একটি গুর"ত্বপূর্ন ভূমিকা পালন করে। ক্ষুদ্রান্ত্রের () মাধ্যমেই মূলত খাদ্য থেকে আয়োডিন শোষিত হয়ে রক্তে মিশে যায়। প্রাথমিকভাবে কিডনি এবং থাইরইডের মাধ্যমে এটিকে থাইরইড হরমন তৈরির জন্য ব্যবহার করে। প্রথমে আয়োডিন টাইরসিনের () পথে মিলিত হয়ে মনো-আয়োডোটাইরসিন () এবং ডাইআয়োডাটাইরসিন () তৈরি করে। () এর দুইটা অনূ মিলিত হয়ে টেট্রা আয়োডোথাইরসিন সৃষ্টি করে, যাকে থাইরক্সিন () বলা হয়। সেইর"প () এর একটি অণূ এবং () একটি অণু মিলিত হয়ে ট্রাই আয়োডোথাইরসিন () তৈরি করে। এ () এবং () হচ্ছে অ্যাকটিভ থাইরইড হরমন এবং এদের পরিমাপের জন্য বেশ কয়েকটি পরীক্ষা পদ্ধতি আবিস্কৃত হয়েছে।

() পরীক্ষা প্রথম ব্যবহার হয় ১৯৫৭ খ্রিস্টাব্দে। এ পদ্ধতিতে () লেবেলের () সাথে () থাকে এবং সেই কয়েক মিলিমিটার হেপ্যারিনাইজড রক্ত () নেয়া হয়। () লেবেলের কিছু অংশ পাজমা প্রোটিন দ্বারা শোষিত হয়।

বর্তমানে সিরাম () () এবং () এর পরিমাপ পদ্ধতি এবং () রেজিন আপটেক বা () পরীক্ষাই হচ্ছে থাইরইডের অকার্যকারিতাজনিত রোগ নির্ণয়ের উত্তম পন্থা। () পরীক্ষাতে লেবেন্ড () এর অল্প পরিমাণ সিরামের সাথে যোগ করা হয়। মুক্ত লেবেন্ড () মোষনের জন্য একটি রেজিন স্পঞ্জ ব্যবহার করা হয়। () পরীক্ষার সাহায্যে লহিত রক্ত কণিকা এবং রক্তরস বা পাজমার তেজস্ক্রিয়তার () অনুপাতকে পরিমাপ করা যায়। রেজিনে শোষিত হওয়া () এর শতকরা হার থেকে () এর সাথে পাজমা প্রোটিনের সম্পৃক্ততার ভালো গুণগত অবস্থা হয়। এ পরীক্ষার একটি পদ্ধতি হচ্ছে।

১() । লেবেন্ড () যাতে () তেজস্ক্রিয়তা থাকে, যা ১() সিরামের () সাথে করে পরীক্ষা করা হয়। একটি ওয়েল টাইপ সিনটিলেশন কাউন্টারের সাহায্যে তেজস্ক্রিয়তা পরিমাপ করা হয়।

এ ধরনের পরীক্ষা হাইপারথাইরইড হাইপারথাইরইড, ইউথাইরইড (সাধারণ) এবং হাইপোথাইরইডের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয়ে খুবই উপযোগী।

৯.৪ ব্লক ডায়াগ্রাম থাইরয়েড আপটেক প্রক্রিয়া

Block Diagram

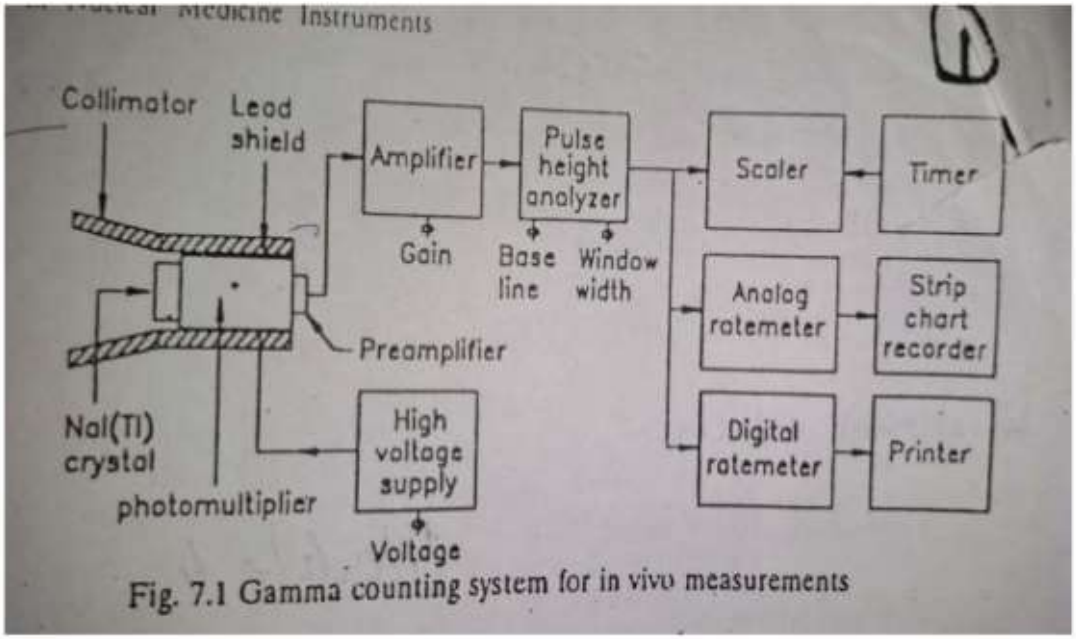


Fig. 7.1 Gamma counting system for in vivo measurements

10.1 infrared radiation (IR)

Infrared radiation (IR), sometimes referred to simply as infrared, is a region of the electromagnetic radiation spectrum where wavelengths range from about 700 nanometers (nm) to 1 millimeter (mm). Infrared waves are longer than those of visible light, but shorter than those of radio waves. Correspondingly, the frequencies of IR are higher than those of microwaves, but lower than those of visible light, ranging from about 300 GHz to 400 THz.

Infrared light is invisible to the human eye, although longer infrared waves can be sensed as heat. It does, however, share some characteristics with visible light -- namely, infrared light can be focused, reflected and polarized.

Wavelength and frequency

Infrared can be subdivided into multiple spectral regions, or bands, based on wavelength; however, there is no uniform definition of each band's exact boundaries. Infrared is commonly separated into near-, mid- and far-infrared. It can also be divided into five categories: near-, short-wavelength, mid-, long-wavelength and far-infrared.

আর ইনফ্রারেড-রে () হল এক ধরনের ইলেকট্রোম্যাগনেটিভ ওয়েভ, যা রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির চেয়ে উচ্চতর এবং দৃশ্যমান হালকা ফ্রিকোয়েন্সি চেয়ে নিম্নতর। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক স্পেকট্রামের ইনফ্রারেড এলাকা হল সাধারণত নেয়া হয় ০.৭৭ এবং ১০০()

সুবিধার জন্য এটা প্রায়ই ইনফ্রারেড এর নিকটে (০.৭৭ থেকে ১.৫ ()) মধ্যম ইনফ্রারেড () এবং দূর ইনফ্রারেড () দূর দূর ইনফ্রারেড (৪০ থেকে ১০ ()) স্পিট করে।

ইনফ্রারেড-রে অ্যাবসোলিউট জিরো এর উপরের তাপমাত্রায় থাকা সকল অবজেক্ট () দ্বারা মুহূর্মুহূ বিকিরিত হয়। অবজেক্ট দ্বারা নির্গতকৃত মোট এনার্জি () এবং এটার তাপমাত্রা () ফর্মূলা দ্বারা সংশিষ্ট হয়।

$W=T^4$.....সমীকরণ.....(র).

যেখানে, W= রেডিয়্যান্ট ফ্লাক্স ডেনসিটি এবং () তে প্রকাশ করা হয়।

= নিরক্ষেপতা বা এমিসিভিটি ফ্যাক্টর ()

স্টিফান বোল্টজম্যান কনস্ট্যান্ট =()

T = অ্যাবসোলিউট টেম্পারেচার বা আপেক্ষিক তাপমাত্রা।

সমীকরণ () দেখায় যে, ইনফ্রারেড এনার্জি এর পরিমাণ অবজেক্ট এর তাপমাত্রা মোতাবেক নির্গত হওয়ার মাত্রা কম বেশি বা পরিবর্তিত হয়। ১০.২ চিত্রানুযায়ী ব্যাক বডিসমূহ থেকে রেডিয়েশন এবং ইনটেনসিটির স্পেকট্রাল বন্টন দেখানো হয়। এনার্জি পিক ওয়েভ লেংথ এবং অ্যাবসোলিউট টেম্পারেচার () ফরমূলা দ্বারা দেয়া হয়,

10.2Define Infrared detector

- An **infrared detector** is a detector that reacts to infrared (IR) radiation. The two main types of detectors are thermal and photonic (photodetectors).
- The thermal effects of the incident IR radiation can be followed through many temperature dependent phenomena. Bolometers and microbolometers are based on changes in resistance. Thermocouples and thermopiles use the thermoelectric effect. Golay cells follow thermal expansion. In IR spectrometers the pyroelectric detectors are the most widespread.
- The response time and sensitivity of photonic detectors can be much higher, but usually these have to be cooled to cut thermal noise. The materials in these are semiconductors with narrow band gaps. Incident IR photons can cause electronic excitations. In photoconductive detectors, the resistivity of the detector element is monitored. Photovoltaic detectors contain a p-n junction on which photoelectric current appears upon illumination
- **ইনফ্রারেড ডিটেকটর ()ঃ**
- ইনফ্রারেড ডিটেকটরসমূহ ইনফ্রারেড এনার্জিকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল র ান্ড্রিত করতে ব্যবহৃত হয়। মূলত ডিটেকটরসমূহকে দুই ভাগে শ্রেনীভেদ করা হয়, যেমন-
- . থার্মাল ডিটেকটরস () এবং
- ফটো ডিটেকটরস ()।
- এই ডিটেকটরসমূহের বর্ণনা নিম্নরূপ-
- থার্মাল ডিটেকটরস () ঃ এ ডিটেকটরসমূহ থার্মোকাপলস এবং থার্মিস্টর বোলোমিটারস ধারণা করে। লম্বা ওয়েভলেংথ এলাকার উপরে তার কনস্ট্যান্ট সেনসিটিভি বৈশিষ্ট্য। সুতরাং, লম্বা সময় কনস্ট্যান্ট দ্বারা বৈশিষ্ট্যায়িত হয় এবং এভাবে ধীর উত্তও বা সাড়া প্রদর্শন করে। ওয়েভলেংথ, যাতে হিউম্যান বডি সর্বোচ্চ উত্তর বা সাড়া ধারণ করে যার মান ৯ থেকে ১০ ().
- সুতরাং ফটো ডিটেকটরসমূহের স্পেকট্রাল সাড়া উচ্চহারে সীমিত করা হয়। অধিকাংশ ইনফ্রারেড ক্যামেরা () ডিটেকটর ব্যবহার করে, যা ২ থেকে () সীমাতে ইনফ্রারেড রে-সমূহ চিহ্নিত করে। কেবল এনার্জির ২.৪% হিউম্যান বডি দ্বারা নির্গত হয়, যা () ডিটেকটরসমূহ দ্বারা চিহ্নিতকরণ এলাকার মধ্যে পাতিত হয়। কিন্তু তারা উচ্চহারে সংবেদনশীল এবং থার্মিস্টরের সঙ্গে তুলনাযোগ্য স্বল্প তাপমাত্রার হ্রাসবৃদ্ধি চিহ্নিতকরন যোগ্যতা ধারণা করে।
- অপর ডিটেকটর ক্যাডমিয়্যাম () মার্কারি () এবং টেলুরাইড () এর একটি অ্যালয় ব্যবহার করে এবং তরল নাইট্রোজেন দ্বারা ঠা া হয়, যা ১০ থেকে () তে একটি পিক সাড়া ধারণ করে। ১০.৩ চিত্রে থার্মোগ্রাফিক ইকুপমেন্ট-এ ব্যবহৃত বিভিন্ন ডিটেকটরসমূহের স্পেকট্রাম সাড়া () দেখানো হয়েছে।
-

১০.৩ থার্মোগ্রাফিক ইকুপমেন্ট () ঃ

থার্মোগ্রাফিক ক্যামরাসমূহ স্ক্যানিং পদ্ধতিসমূহের সঙ্গে একীভূত হয়, যা ইনফ্রারেড ডিটেকটর এর প্রতি দৃশ্যের ক্ষেত্রে মধ্যে আলোকপাত করে এবং এটা স্কীন সারফেচ থেকে ইনফ্রারেড রেডিয়েশন নির্গত করতে সক্ষম হয়। অধিকাংশ পদ্ধতিসমূহ ১ থেকে ৫০() মাত্রা থেকে একটি ব্যপাক সীমার অ্যাবসোলিউ টেম্পারেচার সেনসিটিভিটি ধারণ করে। সুতরাং অধিকাংশ পরীক্ষার জন্য গ্রে স্কেল ()হল সাধারণত একটি অধিক হ্রাস বা গুর তর টেম্পারেচার সীমা প্রতিনিধিত্ব করতে সমন্বয়কৃত থাকে এবং এটা পরীক্ষা করতে ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করতে হয়। একটি পূর্ন স্কেল কালো থেকে সাদা) টেম্পারেচার বা তাপমাত্রার পার্থক্য থাকে () থেকে () যা সাধারণত যথেষ্ট। ব্রেস্টপরীক্ষার জন্য পরম তাপমাত্রার সীমা () হতে পারে ২৫ তেকে ৩৫০ সেলসিয়াস, পায়ের () জন্য ২৩ থেকে ৩৩০ সেলসিয়াস এবং কপাল বা ললাটের () জন্য ৩১০ থেকে ৩৬০ সেলসিয়াস ()। গ্রে স্কেল দ্বারা প্রসারণ প্রক্রিয়ায় একটি তাপমাত্রার সীমা ৫০ সেলসিয়াস উন্নীত করা হয়, যার দ্বারা স্কীন এর উপর তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধি ০.৫ সেলসিয়াস সমাধা করা হয়। অধিকাংশ মাত্রায় ক্লিনিক্যাল পরিবর্তন থাকে ১০() অনুযায়ী অথবা এটার অধিক। পদ্ধতিকে একটি সেনসিটিভ বা সংবেদনশীল মোড () ব্যবহার করার প্রয়োজন হয় না। এমনকি যদিও কতগুলো পদ্ধতি তাত্ত্বিকভাবে ০.১ () এ সমাধা করতে পারে।

থার্মোগ্রাফিক ইকুপমেন্ট থার্মোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয় মূলত দুটি ইউনিট ধারণ করে, যেমন-

() বিশেষ ইনফ্রারেড ক্যামেরা () যা অবজেক্টকে স্ক্যান করে () এবং

() ডিসপে ইউনিট (), যা স্ক্রীন বা পর্দার উপর থার্মাল ছবি প্রদর্শন করতে () বব্যহৃত হয়। ক্যামেরাটি সাধারণত একটি ট্রিপড () এর উপর স্থাপন করা হয়, যা চাকাসমূহের () উপর সংযুক্ত থাকে।

ক্যামেরা ইউনিট একটি অপটিক্যাল পদ্ধতি ধারণ করে, যা অতি উচ্চগতিতে দৃশ্যের ক্ষেত্র স্ক্যান করে এবং ডিটেকটরের উপর ইনফ্রারেড রেডিয়েশন ফোকাস () করে। এটা রেডিয়েশন সিগন্যালকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল র পান্ড্র করে। ক্যামেরা থেকে সিগন্যাল এর শক্তি বৃদ্ধি করা () হয় এবং প্রক্রিয়াজাত ৯) করা হয় এবং পিকচার টিউবের মধ্যে বিম এর আপেক্ষিকতা মডিউলেট করতে ব্যবহারের পূর্বে এটা হয়। ক্যামেরার স্ক্যানিং প্যাটার্নের প্রতি বিম প্যাটার্নের মধ্যে টিউব ফেচ এর আড়াআড়িতে চেছে নিয়ে সঙ্গতিপূর্ন করে স্ক্রীন এর উপরে ছবি () তাপমাত্রার সীমাতে এবং ডিসপে ইউনিপ এর উপর নিয়ন্ত্রণ দ্বারা তাপমাত্রা লেভেলে উজ্জ্বলতা তুলনা করার জন্য সমন্বয় করা হয়।

স্ক্যানিং পদ্ধতির মধ্যে অপটিক্যাল প্রক্রিয়া একটি প্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশ গঠন করে। ইনফ্রারেড কাজের জন্য লেন্সসমূহ ব্যবহৃত হয়, যা সিলিকন দ্বারা প্রস্তুত করা হয় এবং এগুলোতে অ্যান্টি রিফ্লেকটিভ কোটেড () থাকে, যা স্ক্যানার ডিটেকটরের স্পেকটা এর সাড়া সামঞ্জস্য বা ম্যাচ () করে। দুটি আদর্শ লেন্স মাধারণ অধিক দেখা যায়, যেমন () ১২০ লেন্স এবং () ২০০ লেন্স সাধারণ মেডিক্যাল ব্যবহারে ১২০ লেন্স অনুমোদন করা হয়। এটা রোগীর প্রতি উপযোগী কার্যকরী দূরত্ব প্রদান করে এবং বর্ধিতকরন রিংস এর সাথে কাজ করার সময় খুব কাছাকাছি নেয়া হয় না। ২০০ লেন্সগুলো () এর মাঝে কার্যকরী দূরত্বের সাথে পছন্দ করা হয়।

ক্লোজআপ অথবা ম্যাক্রো-থার্মোগ্রাফির জন্য এক্সটেনশন বা প্রসারণ রিং () ব্যবহৃত হয়। এটা খুবই উচ্চ অপটিক্যাল রেজোলিউশন প্রদান করে (স্বল্প ক্ষেত্রফলের পরীক্ষার জন্য ()। সেটটির একটি () এবং অপরটি (), যা অবজেক্ট এর স্বল্পতম দূরত্ব এবং ওভার অল প্রশস্ড়তা অনুসারে () ব্যবহার করতে পারে। লেন্সসমূহের () নাম্বার হল। () এবং ফোকাল দূরত্ব () এবং () এটা যথাক্রমে ১২০ ১২০ এবং ২০০ ২০০ লেন্সসমূহের জন্য প্রযোজ্য হয়।

১০.৩ থার্মোগ্রাফিক ইকুপমেন্ট () ঃ

থার্মোগ্রাফিক ক্যামরাসমূহ স্ক্যানিং পদ্ধতিসমূহের সঙ্গে একীভূত হয়, যা ইনফ্রারেড ডিটেকটর এর প্রতি দৃশ্যের ক্ষেত্রে মধ্যে আলোকপাত করে এবং এটা স্কীন সারফেচ থেকে ইনফ্রারেড রেডিয়েশন নির্গত করতে সক্ষম হয়। অধিকাংশ পদ্ধতিসমূহ ১ থেকে ৫০ মাত্রা থেকে একটি ব্যপাক সীমার অ্যাবসোলিউ টেম্পারেচার সেনসিটিভিটি ধারণ করে। সুতরাং অধিকাংশ পরীক্ষার জন্য গ্রে স্কেল ()হল সাধারণত একটি অধিক হ্রাস বা গুর ্তর টেম্পারেচার সীমা প্রতিনিধিত্ব করতে সমন্বয়কৃত থাকে এবং এটা পরীক্ষা করতে ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করতে হয়। একটি পূর্ন স্কেল কালো থেকে সাদা) টেম্পারেচার বা তাপমাত্রার পার্থক্য থাকে থেকে যা সাধারণত যথেষ্ট। ব্রেস্টপরীক্ষার জন্য পরম তাপমাত্রার সীমা হতে পারে ২৫ তেকে ৩৫° সেলসিয়াস, পায়ের (জন্য ২৩ থেকে ৩৩° সেলসিয়াস এবং কপাল বা ললাটের জন্য ৩১° থেকে ৩৬° সেলসিয়াস । গ্রে স্কেল দ্বারা প্রসারণ প্রক্রিয়ায় একটি তাপমাত্রার সীমা ৫° সেলসিয়াস উন্নীত করা হয়, যার দ্বারা স্কীন এর উপর তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধি ০.৫ সেলসিয়াস সমাধা করা হয়। অধিকাংশ মাত্রায় ক্লিনিক্যাল পরিবর্তন থাকে ১°অনুযায়ী অথবা এটার অধিক। পদ্ধতিকে একটি সেনসিটিভ বা সংবেদনশীল মোড ব্যবহার করার প্রয়োজন হয় না। এমনকি যদিও কতগুলো পদ্ধতি তাত্ত্বিকভাবে ০.১ এ সমাধা ন করতে পারে।

থার্মোগ্রাফিক ইকুপমেন্ট থার্মোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয় মূলত দুটি ইউনিট ধারণ করে, যেমন-

বিশেষ ইনফ্রারেড ক্যামেরা যা অবজেক্টকে স্ক্যান করে এবং

ডিসপে ইউনিট যা স্ক্রীন বা পর্দার উপর থার্মাল ছবি প্রদর্শন করতে ববহৃত হয়। ক্যামেরাটি সাধারণত একটি ট্রিপড এর উপর স্থাপন করা হয়, যা চাকাসমূহের উপর সংযুক্ত থাকে।

ক্যামেরা ইউনিট একটি অপটিক্যাল পদ্ধতি ধারণ করে, যা অতি উচ্চগতিতে দৃশ্যের ক্ষেত্র স্ক্যান করে এবং ডিটেকটরের উপর ইনফ্রারেড রেডিয়েশন ফোকাস করে। এটা রেডিয়েশন সিগন্যালকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল র ্পান্ড্র করে। ক্যামেরা থেকে সিগন্যাল এর শক্তি বৃদ্ধি করা হয় এবং প্রক্রিয়াজাত ৯) করা হয় এবং পিকচার টিউবের মধ্যে বিম এর আপেক্ষিকতা মডিউলেট করতে ব্যবহারের পূর্বে এটা হয়। ক্যামেরার স্ক্যানিং প্যাটানের্নর প্রতি বিম প্যাটার্নের মধ্যে টিউব ফেচ এর আড়াআড়িতে চেছে নিয়ে সঙ্গতিপূর্ন করে স্ক্রীন এর উপরে ছবি তাপমাত্রার সীমাতে এবং ডিসপে ইউনিপ এর উপর নিয়ন্ত্রণ দ্বারা তাপমাত্রা লেভেলে উজ্জ্বলতা তুলনা করার জন্য সমন্বয় করা হয়।

স্ক্যানিং পদ্ধতির মধ্যে অপটিক্যাল প্রক্রিয়া একটি প্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশ গঠন করে। ইনফ্রারেড কাজের জন্য লেন্সসমূহ ব্যবহৃত হয়, যা সিলিকন দ্বারা প্রস্তুত করা হয় এবং এগুলোতে অ্যান্টি রিফ্লেকটিভ কোটেড থাকে, যা স্ক্যানার ডিটেকটরের স্পেকটা এর সাড়া সামঞ্জস্য বা ম্যাচ করে। দুটি আদর্শ লেন্স মাধারণ অধিক দেখা যায়, যেমন ১২° লেন্স এবং () ২০° লেন্স সাধারণ মেডিক্যাল ব্যবহারে ১২° লেন্স অনুমোদন করা হয়। এটা রোগীর প্রতি উপযোগী কার্যকরী দূরত্ব প্রদান করে এবং বর্ধিতকরন রিংস এর সাথে কাজ করার সময় খুব কাছাকাছি নেয়া হয় না। ২০° লেন্সগুলো এর মাঝে কার্যকরী দূরত্বের সাথে পছন্দ করা হয়।

10.4 block diagram of a infrared scanner

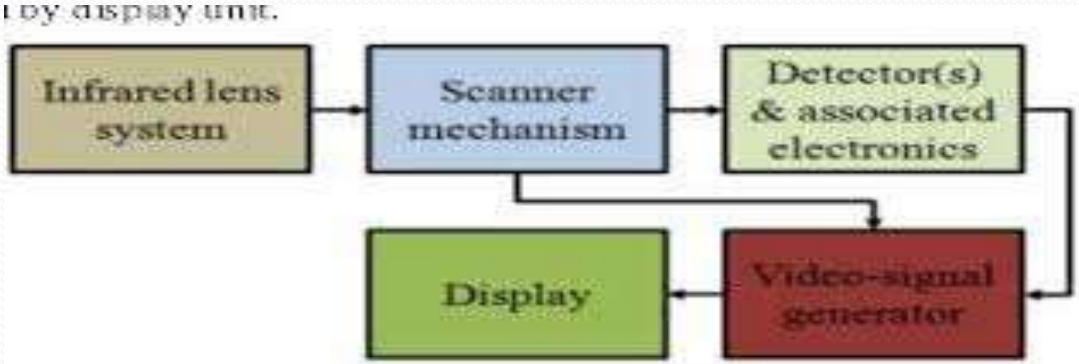
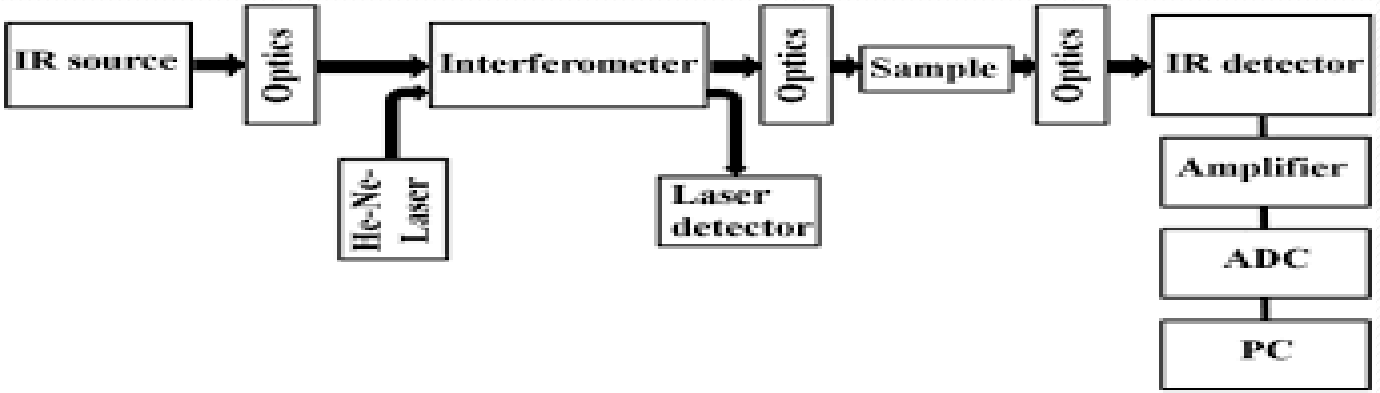


Fig 2: Block diagram of signal process in infrared camera



১০.৫ থার্মোগ্রাম এর ডিজিটাইজেশনের জন্য ছকবদ্ধ নকশা ():

একটি থার্মোগ্রাম এর ডাইরেক্ট ডিসপে, কালো ও সাদা এর মধ্যে পাথ্যক্য করতে কেবল প্রায় ৮(আট) টি গ্রে-এর শেডস অনুমোদন করে। ফেচ থেকে একটি ফটোগ্রাফিক রেকর্ড, কেবল ৫ অথবা ৬ শেড এর স্থায়ী রেকড সংস্থান করে। এমনকি একটি কালার প্যাটার্ন কেবল একটি ১০-স্টেম রেজোলিউশন ধারণ করে। এভাবে যখন একটি প্রশস্ড় তাপমাত্রা সীমা পরিমাপ করা হয়, যেমন কোন সময় ক্লিনিক্যাল অবস্থায় বিপদের মুখোমুখি করা হয়, এটা পার্থক্য করা কঠিগন স্বল্প তাপমাত্রার পার্থক্য এবং অ্যাবসোলিউট সারফেচ টেম্পারেচার, বডি সারফেচের উপর দুটি পয়েন্ট এর মাঝে পার্থক্য এবং সম্যকভাবে ফটোগ্রাফিক থার্মোগ্রাম এর মধ্যে সরাসরি পরিমাণ করা যায় না। কম্পিউটার কৌশলসমূহ অথবা উৎসর্গকৃত পদ্ধতিতে একটি মাইক্রোপ্রসেসর ব্যবহার দ্বারা গ্রেলেভেলসমূহের একটি অতি অধিক সীমা ধারণ করা সম্ভবপর হয়।

১০.৫ চিত্রানুযায়ী ডিজিটাইজিং থার্মোগ্রাম এর ছকবদ্ধ নকশা দেখানো হয়েছে । ইনফ্রারেড রেডিশেন ক্যামেরা এর আউটপুট , যা একটি কমপিউটারের কনভার্টার দ্বারা ডিজিটাল থার্মো প্রোফাইলসমূহের মধ্যে রূপান্ড়রিত হয়। কম্পিউটার এর কন্ট্রোল প্রসেসিং ইউনিট, মেমরি অথবা ম্যাগনেটিক টেপ এর মধ্যে জমাকৃত ক্যালিব্রেশন ডাটার উপর নির্ভর করে ডিজিটাল মানসমূহকে প্রকৃত তাপমাত্রার মানে রূপান্ড়র করে। পর্যাক্রমিকভাবে, থার্মোগ্রাফিক প্যাটার্নসমূহ স্ক্যান্ড হতে এবং একটি স্ক্যানিং ডেনসিটোমিটার দ্বারা অ্যানালগ ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালসমূহের মধ্যে এবং ডিজিটাল আকারের মধ্যে রপান্ড়র করা হয়। সারফেচ টেম্পারেচার এর যথার্থ বিশেষনের জন্য থার্মোগ্রাম ডিজিটাইজেশন এবং কম্পিউটারসমূহ থার্মোগ্রামস এর স্বয়ংক্রিয় বিশেষনে ব্যবহার্য হয়।

কম্পিউটার অ্যানালাইসিস মর্ডান থার্মোগ্রাফিক ইকুইপমেন্ট এর সাথে একটি আদর্শ অপশন হিসাবে সংস্থান করা হয়। এ অপশন কেবল হার্ডওয়্যার হিসেবে নয়, কিন্তু আবার সফ্টওয়্যার হিসেবেও অন্ড়ভূক্ত হয়। রূপান্ড়র দ্বারা অ্যানালগ ইমেজ ডিজিটাল আকারের মধ্যে এবং তখন ম্যাগনেটিক টেপ এর উপর এটা স্টোরিং করা হয়। রোগীদের থার্মাল ইমেজ, জীবন্ড়ের মত বিশেষণ নিরপেক্ষভাবে যখন এটা নেয়া হয়েছিল। পরিসংখ্যান ডাটা বিশেষনের জন্য যথেষ্ট সফ্টওয়্যার ব্যাপক সীমা, বেস্ট থার্মাল অ্যানলাইসিস এবং কমপেক্স ইমেজ অ্যানালাইসিস রয়েছে।

Thanks