UNIT-EIGHT

Syllabus:

- **Nuclear Physics:**
  - Nuclear composition
  - Binding and separation energy
  - Radioactive decay
  - Nuclear reaction
  - Nuclear fission and fussion
  - Nuclear model
- **Elementary particles:**
  - Inter actions and particles
  - Leptons and Hodrons
  - Elementary particle quantum number
  - quarks model
  - Field Boson
  - Unification of force
  - Origin of the universe and the Big Bang
  - Ultimate fate of universe
  - Dark matter
- **Physics in medical science:**
  - Uses physics concepts and procedure in the prevention, diagnosis and treatment of disease-
    - X-ray
    - Ultrasonography
    - MRI
    - CT Scan
    - ECG
    - ETT
    - Endoscopy
    - Radiography
    - Chemocherapy
    - Angiography
    - Laser surgery
  - Precuation and care in using instruments in diagnosis.

বিগত সাল:

১. ভর, ত্রুটি ও বন্ধন শক্তি বলতে কি বোঝায়? (২০০৯, ২০১০, ২০১৮, ২০১৯)

২. অর্ধায়ু ও গড় আয়ুর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করুন। (২০১২, ২০১৭, ২০১৮)

৩. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র প্রতিপাদন করুন। (২০০৯, ২০১৩)

৪. লেখচিত্রের সাহায্যে নিউক্লিয়াসের বন্ধনশক্তি ব্যাখ্যা করুন।

৫. নিউক্লিয় বল কাকে বলে। এর বৈশিষ্ট্য আলোচনা করুন। (২০১৪)

৬. নিউক্লিয় ফিশন ও ফিউশান ব্যাখ্যা করুন। (২০১২, ২০১৭)

৭. দেখাও যে, U_{238}+ N আঘাতের ফলে উৎপন্ন তাপ 200MeV.

৮. আণবিক চুল্লি কত প্রকার ও কি কি?

৯. মৌলিক কণা সম্পর্কে আলোচনা করুন। (২০১৭)

১০.মৌলিক কণা কত প্রকার ও কি কি? প্রত্যেকটির উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন। (২০১১)

১১.অর্ধায়ু ও গড় আয়ু কাকে বলে? তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের রূপান্তর সূত্রটি বর্ণনা করুন। (২০০৯)

১২.পারমাণবিক চুল্লির গঠন ও কার্যপ্রণালী চিত্রসহ বর্ণনা করুন। (২০১০, ২০১৬, ২০১৮)

১৩. $^{40}_{20}Ca$ নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি 331.82 MeV হলে নিউক্লিয়াসের ভর নির্ণয় কর।

❖ যে সকল প্রশ্ন দ্বারা এই অধ্যায় সাজানো হয়েছে:

১. Nuclear model or Structure of nucleus ব্যাখ্যা করুন।

২. রাদারফোর্ড পরমাণুর মডেল ও সীমাবদ্ধতা লিখুন।

৩. পরমাণুর সাথে সম্পর্কিত সংজ্ঞা লিখুন।

৪. তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? ক্ষয় সূত্র বিবৃত ও প্রতিপাদন করুন। (২০০৯, ২০১৩)

৫. অর্ধজীবন ও গড় জীবন কাকে বলে? এর বিভব সম্পর্ক স্থাপন করুন। (২০০৯)

৬. ভরত্রুটি (mass defect) এবং বন্ধন শক্তি (Binding energy) কাকে বলে? (২০০৯, ২০১০, ২০১৮, ২০১৯)

৭. নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব বা বন্ধনশক্তির লেখচিত্র অঙ্কন করুন। (২০২৩)

৮. ব্যাখ্যা করুন: নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া, ফিশন, ফিউশন বিক্রিয়া। (২০১২, ২০১৭)

৯. শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে? Nuclear reaction- এর গঠন ও কার্যপ্রণালী বর্ণনা করুন (২০১০, ২০১৬, ২০১৮)

১০. আণবিক চুল্লি কত প্রকার ও কি কি?

১১. X-ray কাকে বলে? কিভাবে উৎপন্ন হয়। বৈশিষ্ট্য লিখুন।

১২. MRI পরীক্ষার মূলনীতি এবং এর ব্যবহার উল্লেখ করুন।

১৩. Ultrasonography or USG কাকে বলে? মুল Principle এবং ব্যবহার উল্লেখ করুন। (২০২৩)

১৪. CT Scan কাকে বলে? মূলনীতি ব্যবহার উল্লেখ করুন।

১৫. ECG or, Electrocardiograph-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা করুন। (১৭ নিবন্ধন, ২০২৩)

১৬. এন্ডোসকপি, ইটিটি, এনজিওগ্রাফি সংক্ষেপে আলোচনা করুন।

১৭. চিকিৎসা শাস্ত্রে কেমোথেরাপি কেন ব্যবহার করা হয় এবং রেডিও থেরাপির ব্যবহারের কারণ উল্লেখ করুন।

১৮. Laser surgery এবং Angiography ব্যবহার উল্লেখ করুন।

১৯. মৌলিক কণা কাকে বলে? মৌলিক কণার শ্রেণীবিভাগ বিস্তারিত আলোচনা করুন? (২০১১,২০১৭)

২০. Quarks model বিস্তারিত আলোচনা করুন।

২১. Big Bang তত্ত্ব ব্যাখ্যা করুন এবং Dark matter কাকে বলে।

প্রশ্ন-১: Nuclear model or Structure of nucleus ব্যাখ্যা করুন।

উত্তর:

- রাদারফোর্ডের আফলা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষা থেকে জানা যায় যে, পরমাণুর প্রায় সমস্ত ভর (৯৯.৯৭%) এর কেন্দ্রে একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত থাকে এবং এখানেই থাকে পরমাণুর সকল ধনাত্মক আধান। রাদারফোর্ড পরমাণুর এ কেন্দ্রবিন্দুর নামকরণ করেন নিউক্লিয়াস।
- নিউক্লিয়াস প্রোটন ও নিউট্রনের সমন্বয়ে গঠিত। নিউক্লিয়াসে অবস্থিত ধনাত্মক আধানযুক্ত প্রোটনের সংখ্যাকে বলা হয় পারমাণবিক সংখ্যা। একে Z দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের মোট সংখ্যাকে বলা হয় ভরসংখ্যা। একে A দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

নিউক্লিয়াসের সংকেত: ${}_{Z}^{A}X$

নিউক্লিয় বল:

নিউক্লিয়াসের মধ্যে আছে ধনাত্মক প্রোটন এবং আধান নিরপেক্ষ নিউট্রন। দুটি প্রোটনের মধ্যে স্থির তড়িৎ বিকর্ষণ বল এদের মধ্যকার মহাকর্ষীয় আকর্ষণ বলের প্রায় 10^{36} গুণ।

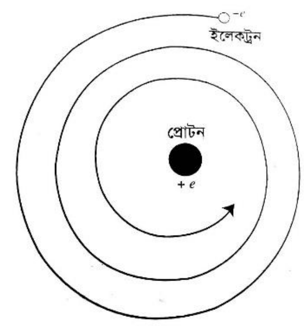
বৈশিষ্ট্য:

- আধান নিরপেক্ষ
- Exchange type
- বলের পাল্লা ক্ষুদ্র
- সবসময় আকর্ষণধর্মী
- Saturation ধর্ম আছে
- পাল্লার মধ্যে বল অত্যন্ত প্রবল

এখন নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্বের জন্য নিউক্লিয়নগুলোর মধ্যে অবশ্যই কোনো আকর্ষণী বলের উপস্থিতি প্রয়োজন। এই বলকেই নিউক্লিয় বল বলে। $10^{-15}\,m$ এর চেয়ে বেশি দূরত্বে এই বল কাজ করে না।

প্রশ্ন-২: রাদারফোর্ড পরমাণুর মডেল ও সীমাবদ্ধতা আলোচনা করুন।

উত্তর: পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ধনাত্মক আধানযুক্ত ভারি বস্তু আছে। এই ভারি বস্তুকে নিউক্লিয়াস বলে। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন নগন্য। নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত থাকে।



- পরমাণু তড়িৎ নিরপেক্ষ। নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধানের সমান সম্যক ঋণাত্মক আধানযুক্ত ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে ঘিরে থাকে।
- সৌরজগতে সূর্যের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহসমূহের মতো পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো এর কেন্দ্রে থাকা নিউক্লিয়াসের চারদিকে অবিরত ঘুরছে। নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের মধ্যে আকর্ষণ বল কেন্দ্রমুখী বল হিসাবে কাজ করে।

সীমাবদ্ধতা:

- গ্রহ সমূহ সামগ্রিকভাবে আধানহীন এর সাথে ইলেকট্রনের তুলনা সটিক হয়নি।
- আধানযুক্ত বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরলে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং গতিপথের ব্যাসার্ধ কমতে কমতে কেন্দ্রে পতিত হবে কিন্তু ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে তা ঘটে না।
- ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার সম্পর্কে কেনো ধারণা দেওয়া হয়নি।

প্রশ্ন-৩: পরমাণুর সাথে সম্পর্কিত সংজ্ঞা।

উত্তর: **নিউক্লিয়ন:** নিউক্লিয়াসে যে সকল কণা থাকে তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।

নিউক্লাইড: প্রোটন সংখ্যা (Z) এবং নিউট্রন সংখ্যা (N) যদি কোন নিউক্লিয়াসের একই হয় তাহলে তাকে একই নিউক্লিয় প্রজাতির অন্তর্ভূক্ত। একটি নিউক্লিয় প্রজাতিকে বলা হয় নিউক্লাইড।

আইসোমার: একই প্রজাতির দুটি নিউক্লিয়াস যদি দুটি ভিন্ন শক্তি অবস্থায় থাকে তাহলে তাদের বলা হয় আইসোমার।

প্রশ্ন-৪: তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? ক্ষয় সূত্র বিবৃত ও প্রতিপাদন করুন। (২০০৯, ২০১৩)

উত্তর: **তেজস্ক্রিয়তা:** তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা। এস.আই একক বেকরেল। প্রতি সেকেন্ডে একটি তেজস্ক্রিয় ভাঙ্গন বা ক্ষয়কে এক বেকরেল বলে।

তেজস্ক্রিয় ক্ষয়: তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক।

ধরি, প্রাথমিকে পরমাণুর সংখ্যা N_0, t সময় পরে পরমাণুর সংখ্যা N। এখন যদি ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র dt সময়ে dN সংখ্যক পরমানু ভেঙ্গে যায়, তাহলে পরমাণুর ভাঙ্গনের হার $\frac{dN}{dt}$। তাহলে এই ভাঙ্গনের হার অক্ষত পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক।

$$\frac{dN}{dt} \propto N$$

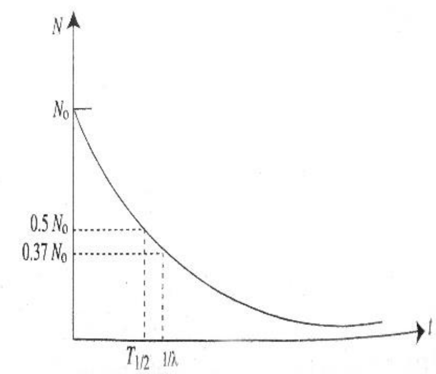
$$\Rightarrow \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\Rightarrow \lambda = -\frac{dN}{dt}$$ [যদি N=1 হয়]

অর্থাৎ কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙ্গনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে।

$$\therefore \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt$$



t=0 হলে $N = N_0$ এবং $t = t$ হলে $N = N$

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\int_0^t \lambda dt$$

$$\Rightarrow \ln\frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\therefore N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{or, } t = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$$

প্রশ্ন-৫: অর্ধজীবন ও গড় জীবন কাকে বলে? এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করুন। (২০০৯)

উত্তর: উত্তর: <u>Half Life</u>: যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের মোট পরমাণুর ঠিক অর্ধেক পরিমাণ ভেঙ্গে যায়, তাকে ঐ পদার্থের অর্ধ জীবন বা অর্ধায়ু বলে।

এখানে $N = \frac{N_0}{2}$ এবং $t = T_{\frac{1}{2}}$ হলে,

আমরা জানি, $N = N.e^{-\lambda t}$

$$\Rightarrow \frac{N_0}{2} = N.e^{-\lambda t}$$

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

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda T_{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow -0.693 = -\lambda T_{\frac{1}{2}} \qquad \boxed{\therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{.693}{\lambda}}$$

<u>গড় জীবন</u>: কোন তেজস্ক্রিয় বস্তুখণ্ডের সবগুলো পরমাণুর জীবনকালের যোগফলকে এর পরমাণুর প্রারম্ভিক সংখ্যা দিয়ে ভাগ করে যে জীবনকাল পাওয়া যায় তাকে গড় জীবন বলে।

$$\tau = \frac{\text{১ম পরমাণুর জীবন} + \text{২য় পরমাণুর জীবন.........}}{N_0}$$

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

$$\therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{.693}{\lambda}$$

$$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = .693\tau$$

প্রশ্ন-৬: ভরক্রুটি (mass defect) এবং বন্ধন শক্তি (Binding energy) কাকে বলে? (২০০৯, ২০১০, ২০১৮, ২০১৯)

উত্তর: ভরক্রুটি: কোনো স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর এর গঠনকারী উপাদানসমূহের মুক্তাবস্থায় ভরের যোগফলের চেয়ে কিছুটা কম হতে দেখা যায়। ভরের এই পার্থক্যকে ভর ত্রুটি বলে।

ধরা যাক, একটা নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর = M_{muc}

প্রোটন সংখ্যা ও ভর = Z, m_p

নিউটন সংখ্যা ও ভর = N.m_n

$\therefore$ ভরক্রুটি, $\Delta m = Zmp + Nmn - M_{muc}$

বন্ধন শক্তি: কোনো প্রয়োজনীয় সংখ্যক নিউক্লিয়ন একত্রিত হয়ে একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াস গঠন করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় বা কোনো নিউক্লিয়াসকে ভেঙ্গে এর নিউক্লিয়নগুলোকে পরস্পরের প্রভাব হতে মুক্ত করতে নিউক্লিয়াসকে বাইরে থেকে যে পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করতে হয় তাকে নিউক্লিয়ার বন্ধন শক্তি বলে।

আইনস্টাইনের ভর শক্তি সম্পর্ক থেকে আমরা পাই,

বন্ধনশক্তি, $B=\Delta mc^2$ Δm= ভর ত্রুটি

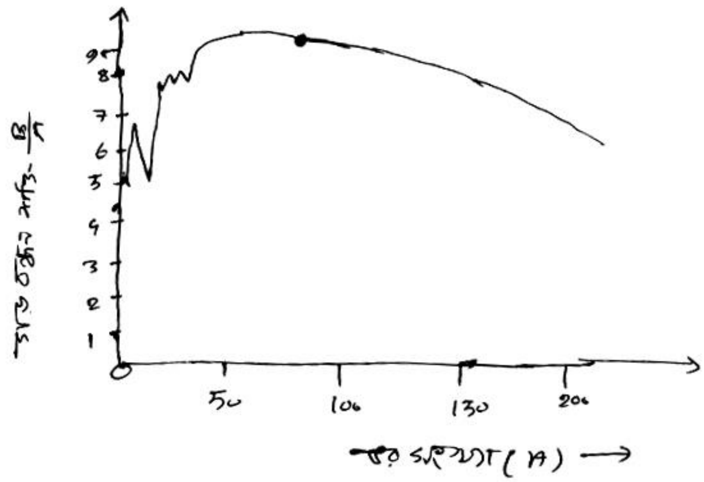
c= আলোর বেগ

$$\Rightarrow B = [Zmp + Nm_n - M_{muc}]c^2$$

গড় বন্ধন শক্তি = $\frac{B}{A} = \frac{\text{বন্ধন শক্তি}}{\text{মৌলের ভর সংখ্যা}} = \frac{\Delta mc^2}{A}$

প্রশ্ন-৭: নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব বা বন্ধনশক্তির লেখচিত্র অঙ্কন করুন। (২০২৩)

উত্তর:



A=56 তে $^{B}/_{A}$ সর্বাধিক মান 8.79MeV বা $^{56}_{26}Fe$ নির্দেশ করে। এরপর লেখটি নিচে নেমে 7.56 MeV আসে।

$\therefore$ লোহা সর্বাধিক স্থায়ী নিউক্লিয়াসের একটি।

প্রশ্ন-৮: ব্যাখ্যা করুন : নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া, ফিশন, ফিউশন বিক্রিয়া। (২০১২, ২০১৭)

উত্তর: নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া: যে বিক্রিয়ায় পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পরিবর্তন ঘটে তাকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। এটা স্বত:স্ফূর্ত ভাঙন অথবা কৃত্রিম ভাঙ্গন হতে পারে যাতে খুব শক্তিশালী কণা নিউক্লিয়াসকে আঘাত করে, যেমনটি পারমাণবিক চুল্লিতে ঘটে।

যেমন: $^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{1}_{1}H$

সকল প্রকার নিউক্লিয়ার বিক্রিয়াকে নিচের সাধারণ সমীকরনের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়–

X+a=Y+b

a = আঘাতকারী কনা বা বুলেট

x = আঘাতপ্রাপ্ত লক্ষ্যবস্তু

b = বহির্গামী কণা

y = পরিবর্তিত নিউক্লিয়াস

নিউক্লিয়ার ফিশন: যে বিশেষ ধরনের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় একটি ভারি নিউক্লিয়াস প্রায় সমান ভরসংখ্যাবিশিষ্ট দুটি নিউক্লিয়াসে বিভক্ত হয়।

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow \left[^{235}_{92}U^{*}\right] \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n + \text{শক্তি } (200\text{MeV})$$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{35}Kr + 3^{1}_{0}n + \text{energy } (200\text{MeV})$$

নিউক্লিয়ার ফিউশন: যে বিক্রিয়ায় দুটি হাল্কা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে অপেক্ষাকৃত ভারি একটি নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি বের হয় সে বিক্রিয়াকে বলা হয় নিউক্লিয়ার ফিউশন।

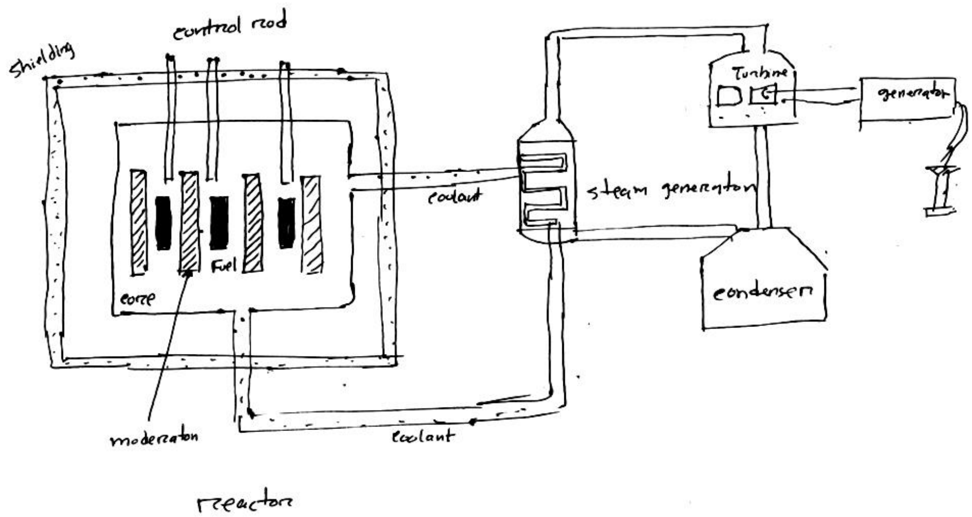
$$^{1}_{1}H + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{2}_{1}H$$

এখানে 1টি প্রোটন, 1টি নিউটনকে গ্রাস করে তৈরি করেছে একটি ডিউটেরন $^{2}_{1}H$ ।

প্রশ্ন-৯: শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে? Nuclear reaction- এর গঠন ও কার্যপ্রণালী বর্ণনা করুন। (২০১০, ২০১৬, ২০১৮)

উত্তর: শৃঙ্খল বিক্রিয়া: যে স্বহ বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালু রাখার জন্য অতিরিক্ত কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।

ফিশন $\rightarrow$ 2n$\rightarrow$ u কে আঘাত করলে $\rightarrow$ 4n ......$\rightarrow$ 8n ....16n চলতে থাকে



- নিউক্লিয় চেইন বিক্রিয়াকে যে যন্ত্র নিয়ন্ত্রণ করে তাকে বলা হয় রিয়াক্টর বা নিউক্লিয় চুল্লি। এটি পারমাণবিক চুল্লি নামেও অভিহিত করা হয়। পারমাণবিক শক্তি থেকে তড়িৎ উৎপাদনের জন্য ব্যবহার করা হয় পারমাণবিক চুল্লি।
  এই চুল্লিতে নিউক্লিয় বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে তাপ উৎপন্ন করা হয়। এই তাপ বাষ্পীয় টারবাইন ঘুরানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।
- পারমাণবিক চুল্লিতে থাকে খুব টেকসই ও ইস্পাতের পাত্র যা প্রবল চাপেও ফাটবে না। এই পাত্রের ভিতরে থাকে গ্রাফাইটের ইট দিয়ে তৈরি মূল বস্তু বা Core।
- কোরের ভিতর কতগুলো খালি জায়গা বা চ্যানেল থাকে যেগুলো ইউরেনিয়াম দ্বারা পূর্ণ থাকে। ইউরেনিয়াম দণ্ডের পাশে Moderator থাকে যেটি Neutron-এর গতি হ্রাস করে। এদের মাঝখানে B, Cd দণ্ড থাকে যেটি Neutron শোষণ করে নিউক্লিয় বিক্রিয়ার গতিকে মন্থর করে দেয়।
  অর্থাৎ Control rod দ্বারা nuclear reaction নিয়ন্ত্রণ করা যায়।
- এখানে fuel হিসাব যে ইউরেনিয়াম ^{35}U ব্যবহার করা হয় বা স্বতঃস্ফূতভাবে ভেঙ্গে নিম্নতর ভর বিশিষ্ট পরমাণু সৃষ্টি করে। এই ঘটনার পর নিউক্লিয়াস থেকে প্রচুর শক্তি উৎপন্ন হয় এবং নির্গত হয় উচ্চ গতিসম্পন্ন Neutron যা শৃঙ্খল বিক্রিয়া সৃষ্টি করে।
  এই তাপ পানিকে বাষ্পীভূত করে এবং এই বাষ্প টারবাইন ঘুরাতে সাহায্য করে ফলে তাপ শক্তি থেকে যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন-১০: আণবিক চুল্লি কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর: আকার আকৃতির উপর ভিত্তি করে–

১. গবেষণা চুল্লি
   - গ্রাফাইট
   - সুইমিং পুল

২. প্লুটোনিয়াম চুল্লি

৩. শক্তি চুল্লি
   - গ্রাফাইট মডারেটর
   - হেভি ওয়াটার
   - বয়েলিং ওয়াটার
   - সোডিয়াম গ্রাফাইট
   - ফাস্ট ব্রিডার
   - লিকুইড মেটা ব্রিডার

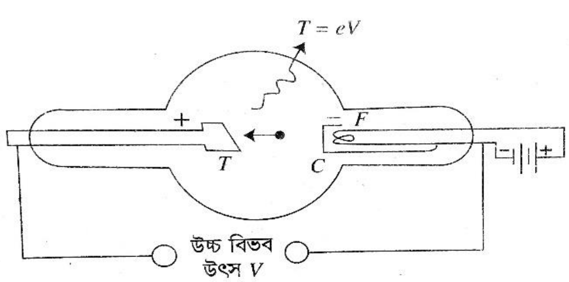
প্রশ্ন-১১: X-ray কাকে বলে? কিভাবে উৎপন্ন হয়। বৈশিষ্ট্য লিখুন।

উত্তর: <u>X-ray:</u> দ্রুতগতি সম্পন্ন ইলেকট্রন কোনো ধাতুকে আঘাত করলে তা থেকে উচ্চ ভেদনক্ষমতাসম্পন্ন যে বিকিরণ উৎপন্ন হয়, তাকে X-ray বলে।

- কম বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে কোমল X-ray পাওয়া যায়;
- বেশি বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে কঠিন X-ray পাওয়া যায়।

<u>X-ray উৎপাদন:</u>

ফিলামেন্ট F এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ ক্যাথোড e কে উত্তপ্ত করে। ফলে ইলেকট্রনগুলো ক্যাথোড থেকে তাদের বন্ধন মুক্তির যথেষ্ট গতিশক্তি পায় এবং তাপীয় নিঃসরণ প্রক্রিয়ায় ক্যাথোড থেকে মুক্ত হয়ে আসে।



তারপর একটি অতি উচ্চ বিভব পার্থক্য V- এর দ্বারা ইলেকট্রনগুলো ত্বরিত হয় ও আনোডরূপী লক্ষ্যবস্তু T-তে আঘাত করে। ক্যাথোড থেকে অ্যানোডে যাবার সময় ও লক্ষ্যবস্তুতে আঘাত করার পূর্বে ইলেকট্রনগুলো বিপুল পরিমাণে গতিশক্তি অর্জন করে। এই গতিশক্তিকে প্রকাশ করা যায়–

$$k = eV$$

ক্যাথোড থেকে আগাত ইলেকট্রনগুলো লক্ষ্যবস্তুতে আঘাতের সময় এদের গতিশক্তির কিছু অংশ X-ray উৎপন্ন করে। বাকি অংশ তাপে রূপান্তরিত হয়।

যদি ইলেকট্রনের সমুদয় শক্তি X-ray ফোটনে স্থানান্তরিত হয় তাহলে ফোটনের কম্পাঙ্ক সর্বাধিক তথা তরঙ্গদৈর্ঘ্য ন্যূনতম হবে। এ কম্পাঙ্ক f_{max} হলে,

$$k = hf_{max} = eV$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda_{\min}} = eV$$

$$\therefore \lambda_{\min} = \frac{hc}{eV}$$

Note: X-ray টিউবে ইলেকট্রনের স্রোত নিয়ন্ত্রণ করে X-ray তীব্রতার হ্রাস বৃদ্ধি করা যায়।

X-ray ধর্ম:

- এই রশ্মি সরলরেখায় গমন করে।
- এটি অত্যধিক ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন।
- তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ।
- তরঙ্গ দৈর্ঘ্য খুব ছোট, প্রায় 10^{-10}m কাছাকাছি।
- প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, সমবর্তন ঘটে।
- ফটোগ্রাফিক প্লেটের উপর প্রতিক্রিয়া আছে।
- আয়ন সৃষ্টকারী বিকিরন। গ্যাসকে আয়নিত করে।

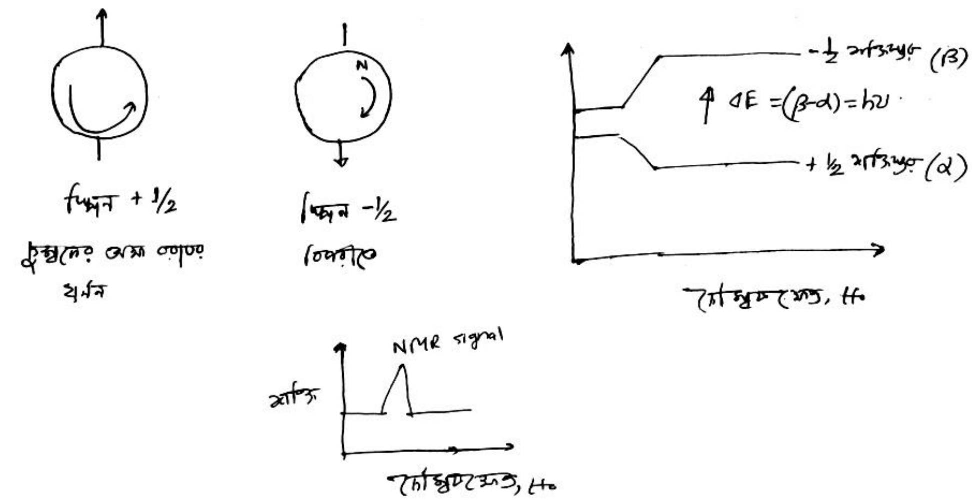
প্রশ্ন-১২: MRI পরীক্ষার মূলনীতি এবং এর ব্যবহার উল্লেখ করুন।

উত্তর: MRI পরীক্ষায় কার্যকারিতা: এই পদ্ধতিতে MRI মেসিনে শক্তিশালী চৌম্বকক্ষেত্র ও রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শক্তির প্রভাবে ঐ মেসিনে থাকা মানব দেহের অসুস্থ কোষে NRM পরমাণু বা Nuclear magnetic resonance সৃষ্টিকারী পরমাণুযুক্ত পানির ঘনমাত্রার ভিন্নতার উপর নির্ভর করে পরীক্ষাধীন দেহাংশের অভ্যন্তরের বিভিন্ন আর্গন এর ত্রিমাত্রিক ডিজিটাল ছবি বের হয়ে আসে। এই ত্রিমাত্রিক ছবিকে MRI বলে।

MRI মূলনীতি:

- Nuclear magnetic resonance পরমানুর নিউক্লিয়াসের বিজোড় সংখ্যক প্রোটনের বা নিউট্রনের চুম্বকীয় অনুরণন বা magnetic resonance ওপর ভিত্তি করে MRI প্রতিষ্ঠিত। বিজোড় সংখ্যক নিউট্রন বা প্রোটনযুক্ত NMR পরমাণুর যেমন 1H, 13C 19F এর নিউক্লিয়াস সমূহে দুর্বল Magnetic moment থাকে।
- আমাদের দেহের প্রায় 70% পানি। পানি অণুর H পরমাণু (1H) হলো বিজোড় প্রোটনযুক্ত MRI সৃষ্টিকারী NMR পরমাণু। প্রতিটি H পরমাণুর প্রোটনের স্পিনের $+\frac{1}{2}$ মান থাকে। তাই বহিঃস্থ চুম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে H পরমাণুর নিউক্লিয়াসগুলো দুটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়।
- এদের ১টি স্তর বহিঃস্থ চৌম্বকক্ষেত্র বরাবর বিন্যস্ত থাকে, সেটি হলো কম শক্তিস্তর যুক্ত Parallel-spin এর নিউক্লিয়াস α স্তর। অপরটি বহি:স্থ চৌম্বকক্ষেত্রের বিপরীতে উচ্চ শক্তিস্তর যুক্ত Anti parallel spin এর নিউক্লিয়াস (β-স্তর) রূপে থাকে। ধরা যাক, উভয় শক্তিস্তরের পার্থক্য, $\Delta E = (\beta - \alpha) = h\upsilon$
- এখন মানুষটির মস্তিষ্কের মধ্য দিয়ে ঐ উপযুক্ত শক্তির ($\Delta E = h\upsilon$) তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ প্রবাহিত করলে, নিম্ন শক্তি স্তরে থাকা H পরমাণুর নিউক্লিয়াসগুলো শক্তি শোষণ করে উচ্চ শক্তিস্তরে (β স্তরে) anti parallel স্পিনযুক্ত অবস্থা লাভ করে।

- ঐ রেডিও তরঙ্গ প্রবাহ বন্ধ করার সাথে ঐ শোষিত শক্তি বিকিরণ করে ঐ প্রোটনসমূহ পুনরায় নিম্নশক্তির Parallel স্পিন যুক্ত হয়। এই রূপে প্রোটনসমূহ r_f থেকে শক্তি শোষণ করে পরক্ষণে r_f বন্ধ হলে শক্তি বিকিরণ করে। এইভাবে MRI signal তৈরী করে।
  অসুস্থ কোষ থেকে একাধিক ভিন্ন সিগনাল কম্পিউটারে পাওয়া যায়।



<u>MRI ব্যবহার</u>:

- অস্বাভাবিক বৃদ্ধিজনিত টিউমার।
- আঘাতজনিত অভ্যন্তরীন রক্তক্ষরণ।
- রক্ত নালিকা সংক্রান্ত রোগ।
- জীবাণু সংক্রমনজনিত সমস্যা।
- মস্তিষ্কের টিউমার।
- হাঁটুর জয়েন্টে থাকা চারটি লিগামেন্টের কোনটি ছিড়ে গেলে।

প্রশ্ন-১৩: Ultrasonography or USG কাকে বলে? মুল Principle এবং ব্যবহার উল্লেখ করুন। (২০২৩)

উত্তর: <u>USG</u>: মানুষের দেহের বিভিন্ন অঙ্গে শব্দ তরঙ্গের প্রতিফলনের মাধ্যমে রোগ নির্ণয়ের পদ্ধতিকে USG বলে।

<u>মূলনীতি</u>: সনোগ্রাফির সময়, যে অংশের তথ্য নিতে হবে সে অংশে জেল লাগিয়ে নিতে হবে যাতে sound wave সহজেই ভিতরেই প্রবেশ করতে পারে। পরে একটা Transducer সরাসরি সেই (USG probe) জেলের উপর রাখতে হবে।

Sound wave সরাসরি কাঙ্খিত জায়গায় যেতে পারে আবার (Transducer probe) এ চলে আসবে প্রতিফলিত হয়ে। তারপর Biometer এর মাধ্যমে reflected sound wave থেকে কাঙ্খিত ছবিতে পরিণত করা হয়।

এই ছবি নির্ভর করে Reflected wave এবং সময়ের উপর। অসুস্থ কোষের Reflected wave ভিন্ন হয় সুস্থ কোষে থেকে।

<u>ব্যবহার</u>:

- শরীরের ভেতরের রক্তনালী পরীক্ষার জন্য

- স্নায়ুর সমস্যা
- নরম টিস্যু রোগ নির্ণয়
- কোলাজেন রোগ নির্ণয়

* Transducer⇒ First convert ⇒ electrical energy to mechanical ultrasound wave
⇒ Second⇒ sound⇒ electrical

প্রশ্ন-১৪: CT Scan কাকে বলে? মূলনীতি ব্যবহার উল্লেখ করুন।

উত্তর: <u>CT Scan</u>: X-ray এবং কম্পিউটার প্রযুক্তির সংমিশ্রণে শরীরের কোন অঙ্গের খুটিনাটি ছবি পেতে যে প্রক্রিয়া ব্যবহার করা হয় তাকে CT Scan বলে।

<u>মূলনীতি</u>: এখানে একটা rotating x-ray tube ব্যবহার করা হয় এবং অনেকগুলো detector ব্যবহার করা হয় x-ray tube-এর opposite পাশে।

এখন X-ray আপতিত হয় বিভিন্ন কোণে কাঙ্খিত টিস্যুর উপরে এবং পরে detector এর মাধ্যমে সেই X-ray beam receive করা হয়। সর্বশেষ detector থেকে computerised করে ছবি পাওয়া যায়।

প্রশ্ন-১৫: ECG or, Electrocardiograph-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা করুন। (১৭ নিবন্ধন, ২০২৩)

উত্তর: <u>ECG</u>: এটি এমন একটি যন্ত্র যা হৃদপিন্ডের পেশী দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎ প্রবাহকে তুলে ধরে একটা Cardiac cycle এর সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে।

<u>মূলনীতি</u>: যখন একটি পেশী বা Muscle সংকোচন হয় তখন এটি ছোট বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপন্ন করে যেটি শরীরের উপর রাখা ইলেকট্রোডের মাধ্যমে সনাক্ত ও পরিমাপ করা হয়।

ইলেকট্রকগুলো বাহু, পায়ে এবং হৃৎপিণ্ডের উপর ছয়টি স্থানে স্থাপন করা হয়। ইলেকট্রোডগুলো বিশেষ জেলির মাধ্যমে শরীরের লাগানো হয়। পরে হৃৎপিণ্ডের সংকোচন প্রসারণের ফলে উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহ বিবর্ধকে পাঠানো হয় ECG ভিতর। তারপর ECG current amplify করে বিবর্ধিত ছবি প্রকাশ করে।

ব্যবহার:

- Heart বা হৃদযন্ত্রের অবস্থান সম্পর্কে ধারণা দেয়
- বুকে ব্যথা
- ধড়ফড় করা বুক
- মাথা ঘোরা ইত্যাদি হলে ECG করানো হয়।

প্রশ্ন-১৬: এন্ডোসকপি, ইটিটি, এনজিওগ্রাফি সংক্ষেপে আলোচনা করুন।

উত্তর: এন্ডোসকপি: Endoscopy আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের নীতিতে কাজ করে। Endoscopy যন্ত্রে দুটি নল থাকে। এদের একটির মধ্যে দিয়ে বাহির থেকে রোগীর শরীরের নির্দিষ্ট অঙ্গে আলো প্রেরণ করা হয়।

আলোক তন্তুর ভেতরের দেয়ালে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের মাধ্যমে আলো রোগীর দেহ গহ্বরে প্রবেশ করে। এ আলো রোগাক্রান্ত অঙ্গকে আলোকিত করে। ২য় আলোক তন্তুর মাধ্যমে আলোর প্রতিফলিত অংশ ফিরে আসে। এই প্রতিফলিত আলো লেন্সের মাধ্যমে চিকিৎসকের চোখে প্রবেশ করে যা রোগ নির্ণয়ে সহায়তা করে।

ETT: (১৭ নিবন্ধন, ২০২৩)

ETT হচ্ছে Exercise tolerance test বা উদ্দীপিত হৃৎপিণ্ডের একটি পরীক্ষা। ECG বা Electro-cardiogram এমন একটি প্রক্রিয়া যার সাহায্যে নিয়মিতভাবে কোন ব্যক্তির হৃৎপিণ্ডের বৈদ্যুতিক এবং পেশিজনিত

কার্যকলাপ পর্যবেক্ষণ করা যায়। বাইরের কোন উদ্দীপনা বা exercise ছাড়া হৃৎযন্ত্র যে বৈদ্যুতিক সংকেত উৎপন্ন করে তা ECG যন্ত্রের সাহায্যে শনাক্ত করে হৃৎপিণ্ডের স্পন্দনের হার শনাক্ত করা যায়।

অন্যদিকে ETT পরীক্ষার ক্ষেত্রে রোগীর অনুশীলন দ্বারা হৃৎযন্ত্রে অতিরিক্ত চাপ প্রয়োগ করে স্পন্দনের হার শনাক্ত করা যায়। উভয় ক্ষেত্রেই হৃৎপিণ্ডের স্পন্দনের হার ও ছন্দময়তা শনাক্ত করা হয়। ETT হচ্ছে অনুশীলন অবস্থায় রোগীর ECG পরীক্ষা।

প্রশ্ন-১৭: চিকিৎসা শাস্ত্রে কেমোথেরাপি কেন ব্যবহার করা হয় এবং রেডিও থেরাপির ব্যবহারের কারণ উল্লেখ করুন।

উত্তর:

<u>কেমোথেরাপি</u>:

- ক্যান্সার কোষ ধ্বংসের জন্য।
- টিউমারের আকৃতি সংকুচিত করতে।
- ক্যান্সার ছড়িয়ে পড়া কমিয়ে দেয়।
- ক্যান্সারের লক্ষণগুলো হ্রাস করে।
- যন্ত্রণা কমাতে সহায়তা করে।

<u>রেডিওথেরাপি:</u>

- এটাকে Radiation থেরাপিও বলে।
- Cancer কোষকে মেরে ফেলে।
- টিউমারকে সংকুচিত করে।
- যন্ত্রণা কমাতে সহায়তা করে।

প্রশ্ন-১৮: Laser surgery এবং Angiography ব্যবহার উল্লেখ করুন।

উত্তর:

<u>লেজার সার্জারি:</u>

- চোখের ছানি দূরকরণে লেজার রশ্মি ব্যবহার করা হয়।
- দেহে অবাঞ্চিত লোম ও চুল অপসারণে।
- ব্রন নির্মূলে লেজার রশ্মি ব্যবহার করা হয়।
- ত্বকের দাগ দূরকরণে লেজার রশ্মি ব্যবহার করা হয়।
- ত্বকের টিউমার অপসারণে ব্যবহার করা হয়।

<u>Angiography:</u>

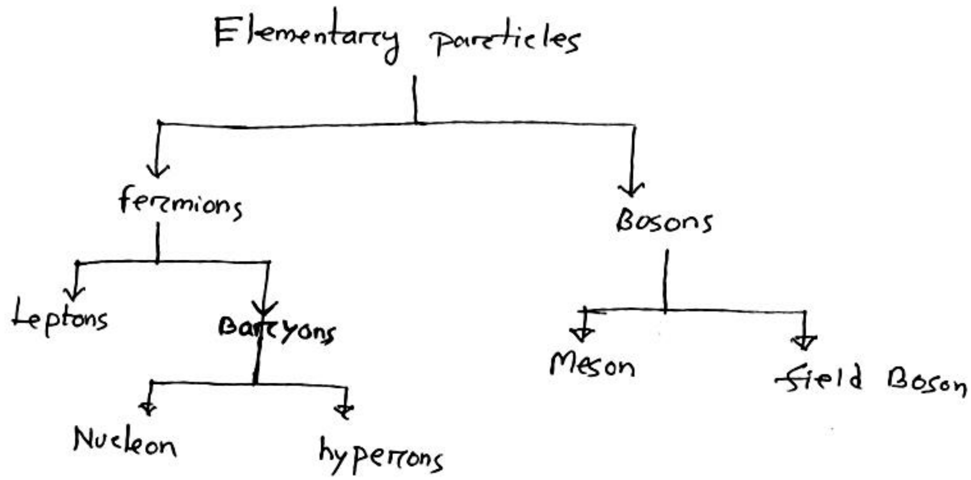
- রক্তনালী Blocked হলে এটি ব্যবহার করা হয়।
- করোনারি ধমনীতে সংকীর্ণতা এবং বাঁধা সনাক্ত করতে পারে।
- শিরায় কোন সমস্যা হলে এটি ব্যবহার হয়।
- রক্ত স্বাভাবিকভাবে চলার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

Note: Medical science এই অধ্যায় হতে ২, ৩ টা টিকা আকারে আসবে। ১৭ তে ECG, ETT আসছে।

২য় Section

প্রশ্ন-১৯: মৌলিক কণা কাকে বলে? মৌলিক কণার শ্রেণীবিভাগ বিস্তারিত আলোচনা করুন। (২০১১,২০১৭)

উত্তর: **<u>মৌলিক কণা</u>:** যে সব কণা দিয়ে পদার্থ গঠিত হয় তাদেরকে বলা হয় মৌলিক কণা। বিজ্ঞানীরা আগে মনে করতেন ৯২টি পদার্থের পরমাণুই ৯২টি মৌলিক কণা। কিন্তু পরবর্তীতে আরো মৌলিক কণার অস্তিত্ব পাওয়া যায়। নিম্নে বিস্তারিত আলোচনা করা হল:



Elementary particle প্রধানত দুই ভাগে বিভক্ত Fermions and Bosons। নিম্নে আলোচনা করা হল–

<u>Fermions</u>:

- Fermions এর spin হবে ১/২ integral
- Pauli exclusion মেনে চলে
- এটা Fermi Dirac statistics ও মেনে চলে
- এটা Wave function হবে antisymmetric

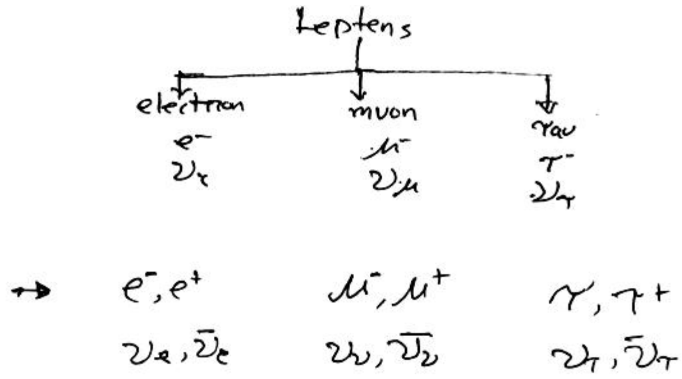
<u>Bosons</u>:

- এটার spin হবে integral
- Pauli exclusion মেনে চলে না
- এটা Bose-Einstein statistics মেনে চলে
- Wave function হয় symmetric

Fermions কে আবার দুইভাগে বিভক্ত করা যায় তাদের ভরের উপর ভিত্তি করে-

<u>Leptons</u>:

- Leptons এর সংখ্যা তিনটি electron (e), muon (μ^-) এবং Tau (τ)।
- এই তিনটি Particle হচ্ছে electrically neutral nuctrinos অর্থাৎ ইলেকট্রনের nutrinos হচ্ছে ñe। একইভাবে অপর দুটির nuetrinos হচ্ছে υ_υ এবং υ_τ neutrions।
- তাহলে মোট ছয়টা Leptons এর আবার ছয়টা Antic particle আছে–



অর্থাৎ Leptons এর ছয়টি anti leptens থাকে। এদের ভিতর ইলেকট্রন সবথেকে stable।

- Leptons এর spin ½ integral

Baryons:

- এটার spin ½ integral
- খুব ভারি particle
- এরা strong, weak, electromagentic interaction এ প্রভাবিত হয়।

Baryons কে আবার দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়ঃ

Nucleon:

- Nucleon গঠিত হয় neutron এবং proton এর মাধ্যমে
- এরা অপেক্ষাকৃত হালকা Hyperons থেকে।
- Proton-এর দুটি up quack এবং একটি down quack থাকে (↑↑↓) অপরদিকে neutron এর দুটি down quack এবং একটি up quack থাকে (↓↓↑)।

Hyperons:

- এটা unstable particle

অপরদিকে Boson কে দুই ভাগে ভাগ করা হয়।

Meson:

- এটার ভর হচ্ছে medium শ্রেণির
- এটির ২টি Quacks আছে
- এটি electromagnetic দ্বারা প্রভাবিত হয়

Field Boson:

- এটার spin integral
- এটার ভর medium শ্রেণির

Hardon হচ্ছে এমন একটি elementary particle যেটি meson এবং Baryons এর সমন্বয় গঠিত। এটি Hevier mass particle। এটি Stable particle।

Note: *এখানে বিস্তারিত দেওয়া আছে কিন্তু exam-এ এত বেশি লেখার সময় থাকবে না। Table দিয়ে Shortcut অল্প কিছু লিখতে হবে।*

প্রশ্ন-২০: Quarks model বিস্তারিত আলোচনা করুন।

উত্তরঃ **<u>Quark</u>**: Quark হচ্ছে Hadron ও meson গঠনকারী অতি ক্ষুদ্র কণিকা। Quark এর চার্জ হয় দুই রকমের এবং Quark হয় মোট ছয় রকমের নিম্নে দেওয়া হলোঃ

$+2/3\,e$	UP (u)	Top (t)	charm (c)
$-\frac{1}{3}e$	Down (d)	Bottom (b)	strange (s)

চিত্র: Quark এর চার্জ এবং শ্রেণীবিভাগ

উপরের তিনটি Quark এর মান $^{+2}/_{3e}$ এবং নিচের তিনটি Quark এর মান $-\frac{1}{3}e$ ।

এই প্রতিটি Quark এর ছয়টি anti particle আছে। এখন আমরা উদাহরণ স্বরূপ দেখব Proton কিভাবে Quark দিয়ে গঠিত। আমরা জানি, একটি proton দুটি up quark এবং একটি down quark দিয়ে গঠিত অর্থাৎ,

Proton = UUd

$$\Rightarrow +1e = +{}^{2}\!/\!_{3e} + {}^{2}\!/\!_{3e} - \frac{1}{3}e$$

$$\Rightarrow +1e = \frac{2+2-1}{3}e$$

$$\Rightarrow +1e = 1e$$

বামপক্ষ = ডানপক্ষ সমান হয়েছে অর্থাৎ Proton তিনটি Quark দিয়ে গঠিত।

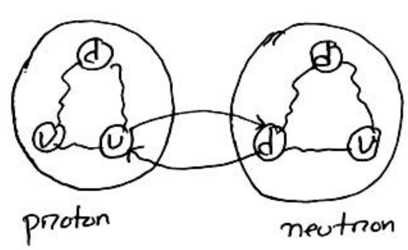
একইভাবে Neutron এর ক্ষেত্রে, neutron গঠিত তিনটি Quark দিয়ে। তার ভেতর একটি up quark এবং অপর দুটি down quark। অর্থাৎ

Neutron = Udd

$$\Rightarrow 0 = +{}^{2}\!/\!_{3e} - \frac{1}{3}e - \frac{1}{3}e$$

$$\Rightarrow 0 = 0$$

বামপক্ষ = ডানপক্ষ। সুতরাং neutron তিনটি quark দিয়ে গঠিত।



চিত্র: Quark of proton and neutron

এখন কোনভাবে যদি proton এর u কে neutron এর d তে প্রতিস্থাপন করা যায় তাহলে neutrron proton হয়ে যাবে vic versa। কিন্তু proton এবং neutron এর ভিতরের quark গুলো একে অপরের সাথে লেগে আছে যার মাধ্যমে তাকে বলা হয় গ্লুয়োন।

এইভাবেই মৌলিক কণা Hardon, meson কিভাবে গঠিত তা আমরা Quark model এর মাধ্যমে জানতে পারি।

প্রশ্ন-২১: Big Bang তত্ত্ব ব্যাখ্যা করুন এবং Dark matter কাকে বলে।

উত্তর: Big Bang: Big Bang বা মহাবিস্ফোরণ তত্ত্ব→1927 সালে K.E লেমাইটার প্রথম প্রস্তাব করেন যে, মহাবিশ্ব সৃষ্টির শুরুতে, বিশ্বের বস্তু ও শক্তি উভয়ই একটি বিশেষ ভরে কেন্দ্রীভূত ছিল। অর্থাৎ পৃথিবীর উৎপত্তি কোনো বিচ্ছিন্ন ঘটনা নয়। মহাবিশ্বের উৎপত্তির সঙ্গে পৃথিবীর উৎপত্তির ইতিহাসও জড়িত।

এখন থেকে প্রায় ১৩৭০ কোটি বছর আগে আমাদের এই মহাবিশ্ব এক অতি ঘন ও উত্তপ্ত বিন্দুর মতো অবস্থা থেকে প্রচন্ড বিস্ফোরণের (বিকট আওয়াজ বা শব্দ) মাধ্যমে সৃষ্টি হয়েছে। এক অকল্পনীয় ক্ষুদ্রবিন্দুর প্রকাণ্ড বিস্ফোরণের মাধ্যমে বিশালাকার এই মহাবিশ্বের সৃষ্টি। এই ধারণা বা মতবাদকেই বিগব্যাংক তত্ত্ব বলে।

এডুইন হাবল, জর্জ গ্যামো, রবাট উইলসন, অ্যালান গুথ প্রমুখ বিজ্ঞানীর সম্মিলিত গবেষণার ফল এই তত্ত্ব। সদ্য প্রয়াত বিজ্ঞানী স্টিফেন হকিং এই তত্ত্বের সর্বাধুনিক ব্যাখ্যাকর।

Dark matter: যে সব পদার্থ আলো absorb or reflet করতে পারে না তাদের Dark matter বলে। মহাবিশ্বের অধিকাংশ বস্তুই দীপ্তিহীন যার পরিমাণ শতকরা ৯০ ভাগ যার মধ্যে অধিকাংশ Dark matter।