

Nuclear Energy - नाभिकीय ऊर्जा

1-Introduction

2 -Use → A → संरचनात्मक उपयोग

- विद्युत उत्पादन → Electricity Production
- चिकित्सा क्षेत्र में
- कृषि क्षेत्र में
- खाद्य प्रसंस्करण में
- आयु विज्ञान में
- पुरातात्विक अवशेषों की आयु ज्ञात करने में

B → विध्वन्शक उपयोग (अनियन्त्रित उपयोग)

★ Nuclear Bomb

- ✓ Atomic Bomb
- ✓ Hydrogen Bomb

3-Nuclear Energy Programme in India

What is nuclear energy?



Nuclear energy is the power that is released from atoms. It is the most powerful source of energy. It is nuclear energy that powers our sun. The energy is released through atomic fission in which atoms split into their constituent parts. At present, nuclear power plants derive the energy through atomic fission.

Uranium:

- ❖ 1789 जर्मनी: **मार्टिन हेनरिक क्लेपरोथ** (Mortin Heinrich Klaproth)
- ❖ सबसे पहले इन्होंने Uranium का प्रयोग **कांच को रंगीन** करने में किया था।
- ❖ **Henri-Becquerel** (1896) ने Uranium में **Radioactive** गुणों को खोजा परन्तु Radioactive को सही तरह से इनके शिष्य **मैडम क्यूरी एवं पियरे क्यूरी** ने बताया।
- ❖ क्यूरी दंपती ने Uranium के खनिज **Pitch Bland (UO_2)** से 1898 में **Radium** को हासिल किया जो कि Uranium के Radioactive क्षय द्वारा बनता है।
- ❖ Uranium को **Metal of Hope** भी कहा जाता है।
- ❖ प्राकृतिक Radio सक्रियता 9 तत्वों में पायी जाती है, जिसमें ${}^{14}_6\text{C}$ एवं ${}^{40}_{19}\text{K}$ प्रमुख है।

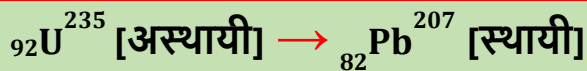
❖ प्रकृति में Uranium तीन रूपों में पाया जाता है।

$${}_{92}\text{U}^{234} = 0.0054\%$$

$${}_{92}\text{U}^{235} = 0.725$$

$${}_{92}\text{U}^{238} = 99.27\%$$

❖ इसे **Yellow Cake** [U_3O_8] से प्राप्त किया जाता है।



✧ U^{235} एक **विखण्डनीय** पदार्थ है जिसका उपयोग परमाणु संयंत्रों में होता है, जबकि U^{234} and U^{238} **अविखण्डनीय** (Fertile) है इसलिए इसका संवर्धन होता है।

✧ वाणिज्यिक रूप से इसे **Uranite** (65 to 80%) एवं **Pitch Bland** (50 to 80%) जैसे खनिजों से प्राप्त किया जाता है।

✧ भारत में **Uranium** खनन एवं प्रसंस्करण परमाणु ऊर्जा विभाग की सहायक **भारतीय यूरेनियम निगम** द्वारा **जादूगडा, भाटीन, नारवापहाड़ा तथा तुरामडीह** से किया जा रहा है, ये सभी जगह **झारखण्ड** में है।

✧ परमाणु ऊर्जा से अपनी आवश्यकता →

फ्रांस: 76.18%, लिथुआनिया 72.89%, भारत 3%

Introduction:

❖ नाभिकीय ऊर्जा का संबंध प्रकृति में पाए जाने वाले Radio सक्रिय पदार्थों से है वे पदार्थ जिनसे स्वतंत्र ऊर्जा का उत्सर्जन होता है।

❖ Radioactive पदार्थों की खोज **बैकरल** द्वारा एवं Radio-activity की खोज **मैडम क्यूरी, पियरे क्यूरी एवं Maxwell** के द्वारा की गयी थी।

Radio active वे पदार्थ होते हैं जो:

(1) Photography plate को प्रभावित करते हैं।

(2) नाभिक का आकार जितना बड़ा होगा Radioactivity उतनी ही बढ़ती जाएगी।

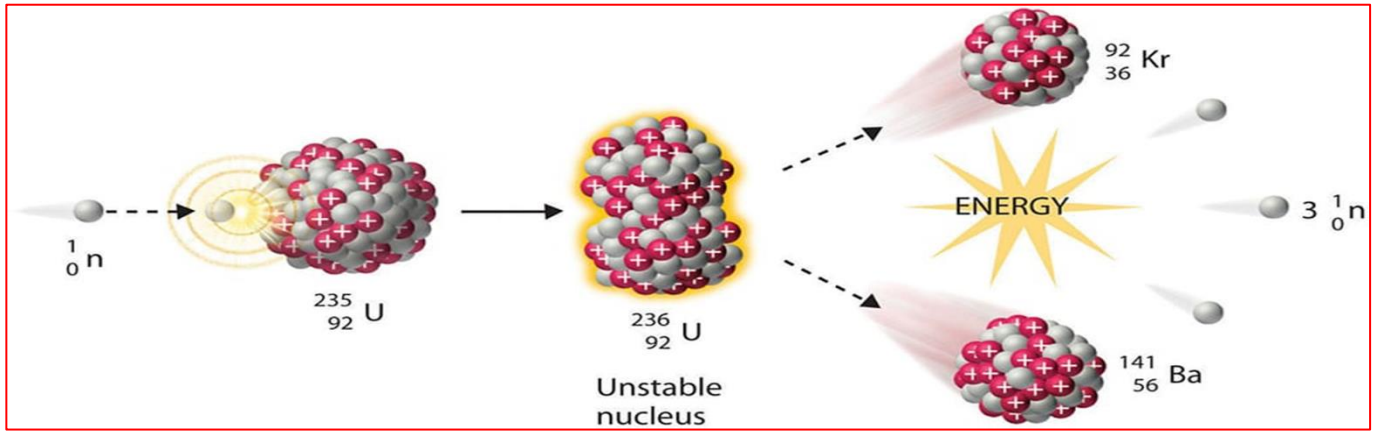
(3) $n/p \geq 1$

Radioactive पदार्थों के उपयोग को बढ़ाने हेतु दो प्रकार की तकनीक का उपयोग किया जाता है:

1. नाभिकीय विखंडन = Nuclear Fission

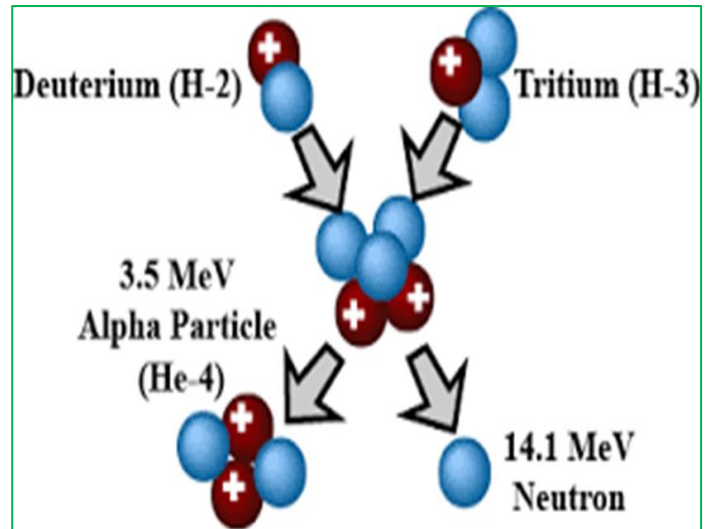
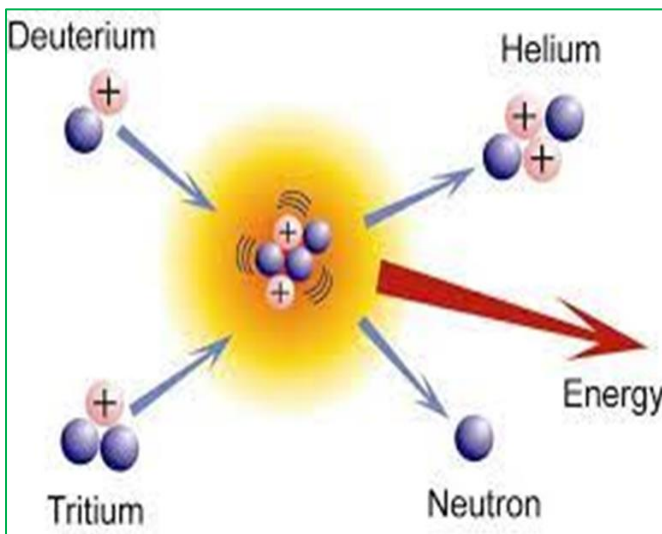
2. नाभिकीय संलयन = Nuclear Fusion

Nuclear Fission (नाभिकीय विखण्डन)

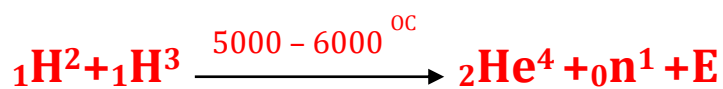


इस प्रक्रिया में Radioactive पदार्थ के भारी नाभिक को हल्के नाभिक में तोड़ा जाता है। इस प्रक्रिया द्वारा परमाणु रिएक्टर में **श्रृंखला अभिक्रिया (Chain Reaction)** द्वारा नियंत्रित माध्यम से **Electricity** का उत्पादन किया जाता है। इसी प्रक्रिया द्वारा **Atom Bomb** का निर्माण किया जाता है। Uranium के एक परमाणु के विखण्डन से **200 million Electron Volt** की ऊर्जा प्राप्त होती है जो 2700 टन कोयले के बराबर है।

Nuclear Fusion (नाभिकीय संलयन)



इस प्रक्रिया में दो हल्के नाभिक को मिलाकर एक बड़े नाभिक का निर्माण किया जाता है। इसी प्रक्रिया द्वारा **Hydrogen Bomb** का निर्माण किया जाता है।



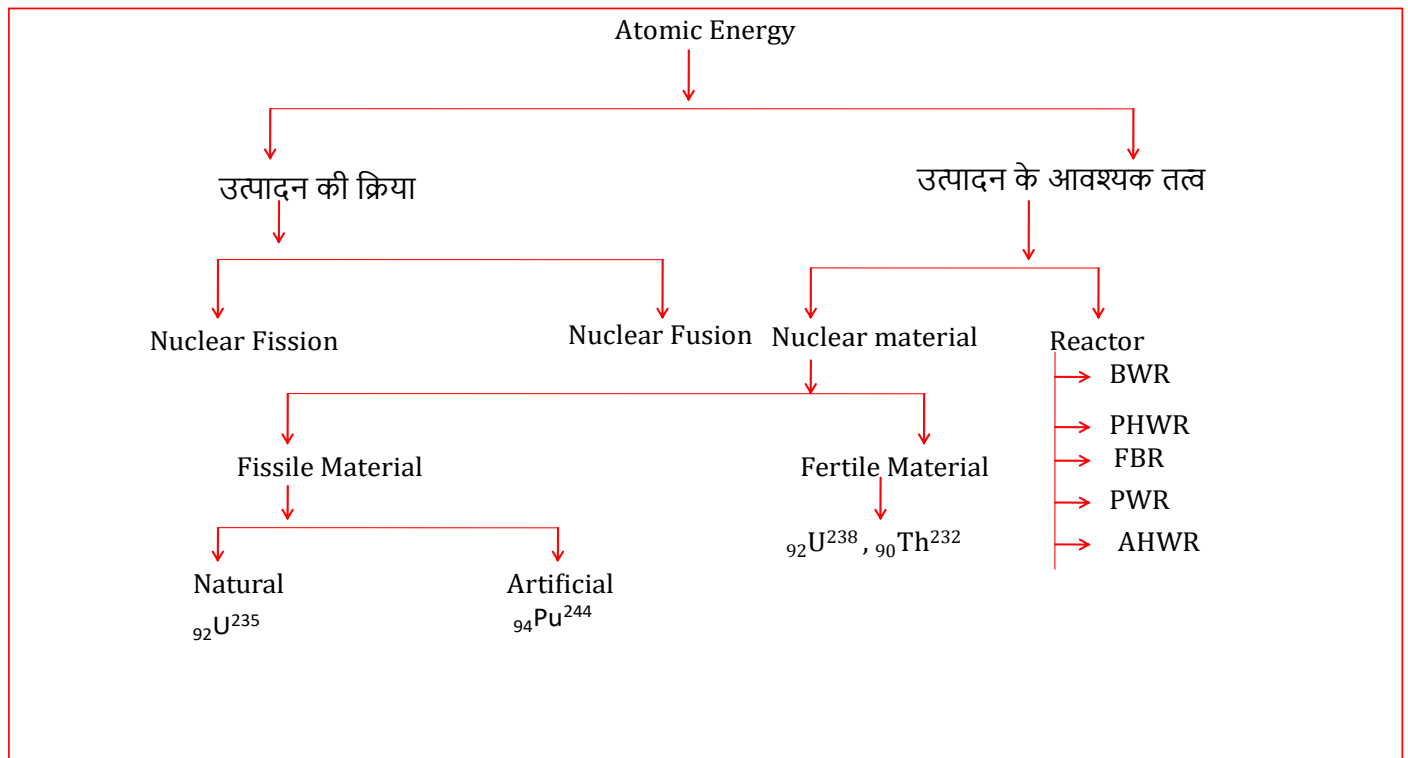
Hydrogen के तीन समस्थानिक (**Isotopes**) होते हैं:

1-Protium = ${}_1\text{H}^1$

2-Deuterium = ${}_1\text{H}^2 \rightarrow$ Radioactive

3-Tritium = ${}_1\text{H}^3 \rightarrow$ Radioactive

Note: नाभिकीय संलयन अभिक्रिया श्रृंखला अभिक्रिया नहीं होती, चूंकी पृथ्वी पर संलयन की दशा नहीं पाई जाती है इसलिए संलयन करने के लिए विखण्डन करना पडता है और उसके लिए आवश्यक दशा उत्पन्न करनी पड़ती है। विखण्डन **Chain Reaction** होता है जबकि संलयन नहीं। आर्थिक विकास की रफ्तार को बनाए रखने के लिए आवश्यक है।



Note →

ब्रह्माण्ड में हर छोटे कण के केन्द्र के भीतर अकल्पनीय शक्तिमुक्त चालक बल होता है। यह केन्द्र नाभिक कहलाता है। ऊर्जा का यह रूप जिसे अक्सर ईंधन **Type - 1** कहा जाता है, यह परम्परागत ईंधन **Type 0** से लाखों गुना ज्यादा ताकतवर होता है। ईंधन **Type 0** बुनियादी तौर से मृत पौधों और जानवरों से बनता है जो कोयला, पेट्रोलियम प्राकृतिक गैस और जीवाश्म ईंधन के दूसरे रूपों में मौजूद है। नाभिकीय तकनीकी ही वह तकनीक है जो हमारी वर्तमान और भविष्य की ऊर्जा जरूरतों को पूरा करने में सक्षम है। परमाणु ऊर्जा, ऊर्जा का वह रूप है जिसकी उत्पत्ती परमाणु के नाभिक से हुई है। यह क्रिया नाभिकीय संलयन अथवा नाभिकीय विखण्डन के रूप में हो सकती है। अभी तक नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन तथा परमाणु विस्फोटो के लिए नाभिकीय विखण्डन की प्रक्रिया का ही इस्तेमाल किया जाता है।

परमाणु के नाभिक में **Proton and Neutron** होते हैं, ये ऊर्जा बंध (**Bond Energy**) से बंधे होते हैं विखण्डन की प्रक्रिया में इसी बंध को तोड़ा जाता है, जिससे बड़ी मात्रा में ऊर्जा का उत्सर्जन होता है।

भारत में परमाणु ऊर्जा का परिदृश्य

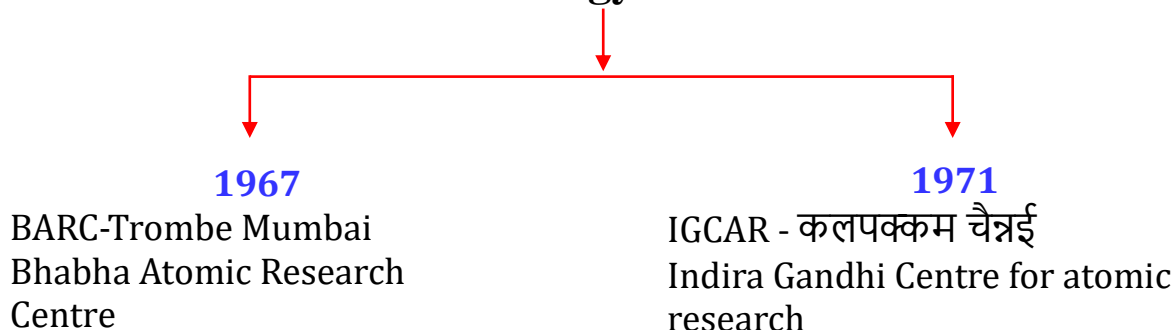
भारत का परमाणु ऊर्जा स्वच्छ ऊर्जा के स्रोतों के रूप में जाना जाता है क्योंकि यह सुरक्षित एवं पर्यावरण के अनुकूल है। भारत भविष्य की ऊर्जा विकल्पों में नाभिकीय ऊर्जा की भूमिका को अधिक मानता है। वर्तमान में नाभिकीय ऊर्जा का कुल उत्पादन **8000 MW** है जो देश में कुल ऊर्जा उत्पादन का लगभग **4.2%** है। भारत का लक्ष्य कुछ वर्षों में **10000 MW** बिजली उत्पादन का है। भारत में वर्तमान में **24 Nuclear Reactor** कार्यरत है जिनमें से **19 विद्युत** ऊर्जा उत्पादन की दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है भारत **2020** तक **15000 MW** एवं **2032** तक **63000 MW विद्युत** उत्पादन का लक्ष्य रखा है अर्थात **90%** ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा से प्राप्त करने का लक्ष्य रखा है। **भारत के नाभिकीय ऊर्जा उत्पादन में महत्वपूर्ण उत्पादन विद्युत उत्पादन है।** जिसके लिए कई प्रकार के परमाणु का **Reactor** निर्माण किया गया है। भारत में इन **Reactors** से **विद्युत** का उत्पादन तीन चरणों में किया जाता है।

Atomic Energy Policy:

1938 में कांग्रेस के हरिपुरा अधिवेशन में **सुभाष चन्द्र बोस** द्वारा साइंस काउंसिल बनाया गया, इसी को आधार पर भारत की अंतरिम सरकार (**1946-1952**) ने नाभिकीय तकनीक पर कार्य करने का निर्णय लिया और **1948** में **Atomic Energy Act** बनाया। इसी Act से **Atomic Energy Commission (1952)** बनाया गया जिसके अध्यक्ष **होमी जहांगीर भाभा** बने थे। इसी के अन्तर्गत नाभिकीय तकनीक पर कार्य शुरू किया गया। इसके विकास के संदर्भ में **1954** में **Department of Energy** एवं **1954** में ही **जहांगीर भाभा** के नेतृत्व में **Atomic Energy Policy** बनी एवं इसी से परमाणु परीक्षण संभव हुआ। **नाभिकीय तकनीक सीधे प्रधानमन्त्री के नेतृत्व में विकसित की जाती है।**

- **1948-Atomic Energy Act**
- **1952 - Atomic Energy Commission (Bhabhaji)**
- **1954-Deptt of Energy**
- **1954-Atomic Energy Policy**

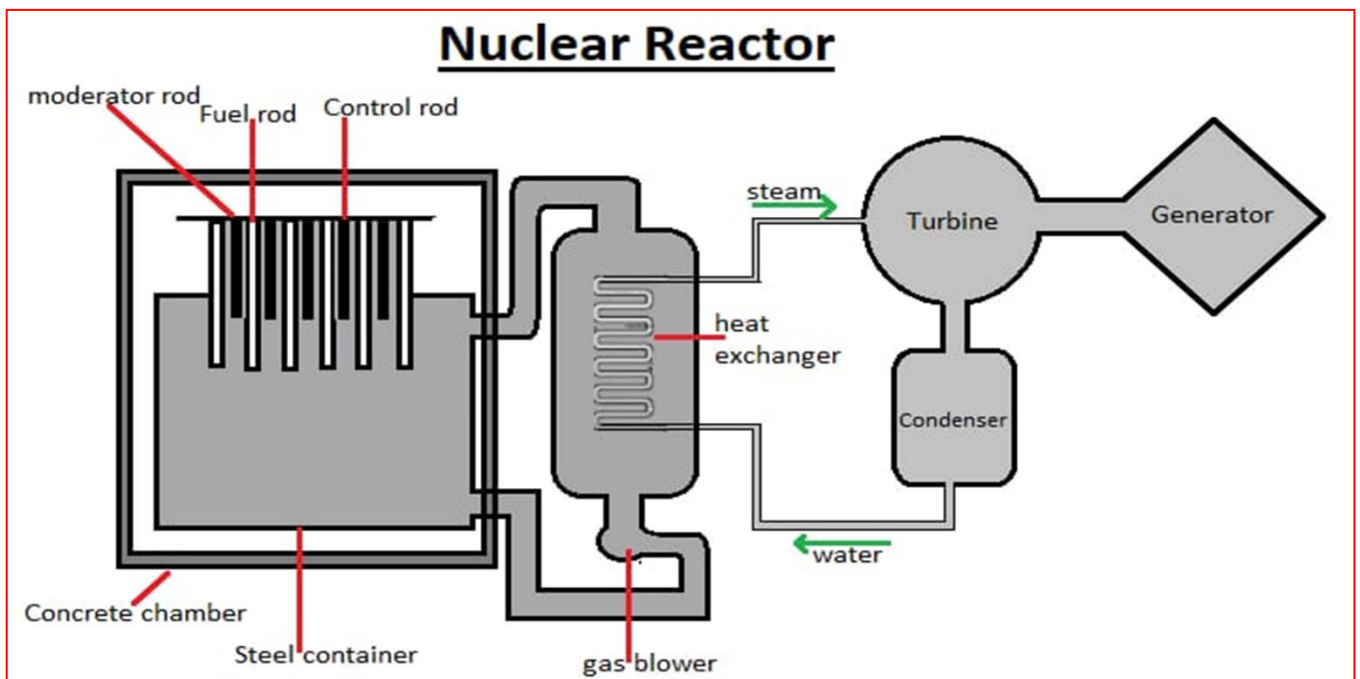
Atomic Energy Establishment



- ❖ भारत में BARC and IGCAR, Nuclear Tech के विकास के लिए मुख्य रूप से कार्य करती है। BARC विदेशी सहयोग से जबकि IGCAR स्वदेशी तकनीक से Nuclear Tech का विकास कर रही है।

Energy Policy of India

- ❖ भारतीय ऊर्जा नीति को देश की बढ़ती ऊर्जा जरूरतों तथा वैकल्पिक ऊर्जा स्रोतों के क्षेत्र में हो रहे विकास के आधार पर परिभाषित किया जाता है। भारतीय ऊर्जा उत्पादन क्षमता का **70%** भाग जीवाश्म ईंधनों से पैदा किया जाता है जिसमें **40%** कोयला, **24% oil**, **6%** भाग प्राकृतिक गैस का है। भारत ऊर्जा जरूरतों के लिए जीवाश्म ईंधन के आयात पर निर्भर है। 2030 तक कुल ऊर्जा उत्पादन का **53%** भाग आयात पर निर्भर होगा। घरेलू कोयला उत्पादन में आई कमी के कारण ऊर्जा उत्पादन में गिरावट दर्ज की गई है।
- ❖ **तीव्र आर्थिक वृद्धि के** कारण भारत विश्व में सबसे बड़ा उपभोक्ता देश के रूप में उभरा है तथा **2035** तक वैश्विक ऊर्जा खपत बढ़ाने वाला दूसर सबसे बड़ा देश बन जाएगा भारत की बढ़ती ऊर्जा आवश्यकता तथा जीवाश्म ईंधन के सीमित संसाधन होने के कारण भारत ने नवीकरण तथा नाभिकीय ऊर्जा उद्योग को विकसित करने हेतु महत्वाकांक्षी परियोजनाओं पर काम शुरू किया है। भारत विश्व में पवन ऊर्जा के क्षेत्र में सबसे बड़े बाजार के रूप में उभरा है तथा **2022 तक 20 GW** सौर ऊर्जा क्षमता विकसित करने का लक्ष्य रखा है। भारत अगले 25 वर्षों में नाभिकीय ऊर्जा उत्पादन को वर्तमान में **4.2% से बढ़ाकर 9% करने का लक्ष्य रखा है।** इसके लिए लगभग **15000** टन यूरेनियम की आवश्यकता होगी। अभी देश में **4 Nuclear Power Reactor** निर्माणाधीन है (**विश्व में तीसरा सबसे बड़ा देश**) तथा **24** अतिरिक्त **Nuclear Reactor** (**विश्व में दूसरा सबसे बड़ा**) स्थापित करने का लक्ष्य रखा है। सरकार ने **2024** तक अक्षय ऊर्जा स्रोतों से कुल **1,75,000 MW** विद्युत उत्पादन का लक्ष्य रखा है। इसमें से **100000 MW** सौर ऊर्जा से प्राप्त करने का लक्ष्य रखा है।
- ❖ भारत में **22 परमाणु विद्युत संयन्त्र अन्तर्राष्ट्रीय परमाणु निगरानी निकाय IAEA के अन्तर्गत नहीं है।** इमें घरेलू यूरेनियम का इस्तेमाल किया जाता है। भारत फिलहाल कजाखिस्तान, कनाडा और रूस से यूरेनियम का आयात करता है।



यह एक ऐसी प्रणाली है जो नाभिकीय विखण्डन के श्रृंखलाबद्ध प्रतिक्रिया को नियंत्रित करती है। इसका इस्तेमाल बिजली उत्पादन में विमानवाहक पोतों, पनडुब्बियों, अनुसंधानों एवं कैंसर के इलाज में किया जाता है। इसके टैंक में परमाणु ईंधन रखा जाता है साथ ही परमाणु पर बमबारी करने के लिए साथ में **Nutron** (कम मात्रा में) भी रखा जाता है। ये **Nutron** ईंधन के परमाणुओं को तोड़ देते हैं और इससे बड़ी मात्रा में ऊर्जा तथा अन्य न्यूट्रॉन का उत्सर्जन होता है और यह प्रक्रिया चलती रहती है। यह तापीय ऊर्जा **Reactor** के शीतलक द्वारा ग्रहण कर ली जाती है और फिर से वाष्प में बदलकर टर्बाइन के संचालन में इस्तेमाल किया जाता है। इसके निम्न भाग होते हैं

(1) Core → यही पर परमाणु ईंधन रखा जाता है और तापीय ऊर्जा का उत्सर्जन होता है। इसमें अल्प संवर्धित यूरेनियम तथा नियंत्रण प्रणाली होती है।

(2) Coolant (शीतलक) → यह वह पदार्थ होता है जो कोर से होता हुआ गुजरता है तथा ऊष्मा को कोर से टर्बाइन तक पहुंचाता है। यह जल, भारी जल द्रव **Na, He** इत्यादी हो सकते हैं।

(3) Turbine → यह ऊष्मा को शीतलक से ग्रहण कर उसे बिजली के रूप में परिवर्तित करती है।

(4) Containment → यह Reactor को पर्यावरण से अलग करता है।

(5) Cooling Tower → इसका कार्य उस अतिरिक्त ऊष्मा को अवशोषित करना है जो ऊर्जा के रूप में परिवर्तित नहीं हो पाती है। इस प्रकार आवश्यकता पड़ने पर यह अतिरिक्त ऊर्जा को केवल शुद्ध जलवाष्प में परिवर्तित करने के लिए होता है। **Ex.: Research reactor**

(6) Moderator → परमाणु Reactor में Neutron मंदक के रूप में प्रयोग किया जाता है।

Ex D₂O भारी जल (Heavy Water)

भारत में Reactor स्थापित करने वाली कम्पनी

(i) General Electronic Company → USA

(ii) Arewa → France

(III) Westing House → America

(iv) Misthubi → Japan

भारत में Reactor बनाने की 2 Company है

BARC	IGCAR
अनुसंधान Reactor	ऊर्जा Reactor
अप्सरा → 1956	तारापुर 1969
साइरस → 1960	रावतभाटा
जरलीना → 1961	नरौरा
ध्रुव → 1984	काकरापारा
विशाखापत्तनम → 2010	कैगा
	कुढाईकुलाम
	कलपक्कम

- ★ भारत का पहला अनुसंधान Reactor → **अप्सरा** 1956
- ★ भारत का पहला स्वदेशी अनुसंधान Reactor → **कामिनी** 1997
- ★ दुनिया का पहला अनुसंधान Reactor → **शिकागो** 1992
- ★ भारत का पहला ऊर्जा Reactor → **तारापुर** 1969
- ★ भारत का पहला स्वदेशी ऊर्जा Reactor → **कलपक्कम**
- ★ दुनिया का पहला Energy Reactor → **मास्को** 1952

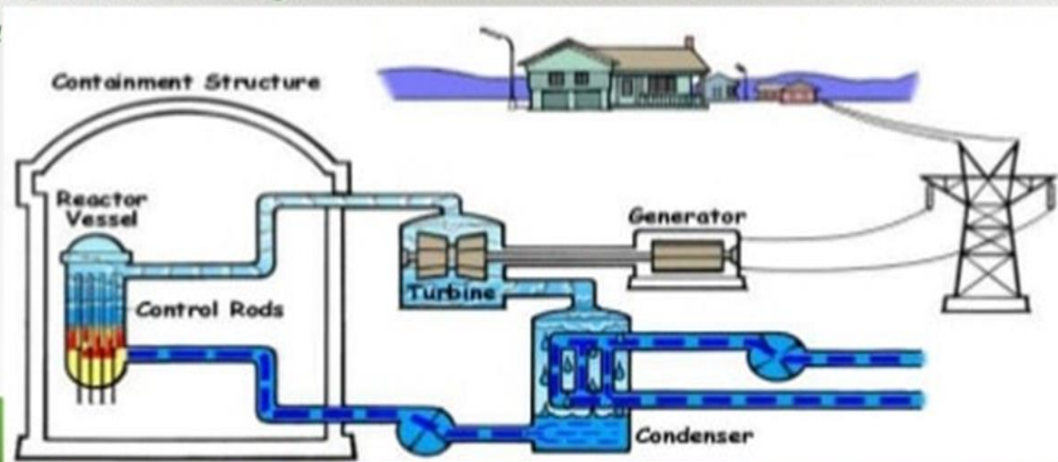
24-Energy Reactor

2-BWR	19-PHWR	1-FBR	2-LWR
US- Design	Canada-Design		Russia -Design
* Apsara	* CIRUS		* कुढाईकुलाम

BWR: → Boiling Water Reactor

Working Of BWR-

This is also simplest form of nuclear reactor, Heat is produced by nuclear fission in the reactor core, and this causes the cooling water to boil, producing steam. The steam is directly used to drive a turbine, after which it is cooled in a condenser and converted back to liquid water. This water is then returned to the reactor core, completing the loop. In the Boiling water reactor the feed water acts both as coolant &



- ❖ भारत में सबसे पहला प्रयोग इसी Reactor के अन्तर्गत तारापुर में किया गया। इससे **शीतलक एवं मंदक के रूप में सामान्य जल** का प्रयोग किया गया था। यह एक ऐसा Reactor जिसमें पानी के टैंक के अन्दर **युरेनियम (परिष्कृत)** Box लटकाकर नाभिकिय क्रिया करवाई जाती है। इसके अन्दर पानी **400°C** गर्म हो जाता है। **इसमें LEU का प्रयोग होता है।** LEU की आपूर्ति USA एवं France में होती थी, भारत द्वारा NPT पर Signature न होने के कारण इसकी आपूर्ति बंद कर दी गई सामान्यतः पानी **100°C** से ज्यादा गर्म नहीं होती लेकिन वायुदाब बढ़ाकर इस और गर्म किया जा सकता है। पानी का ज्यादा या कम गर्म होना समुन्द्रतल से ऊँचाई पर भी निर्भर करता है।
- ❖ **BWR** अमेरिकी क. **General Electric** द्वारा विकसित कि गयी है। पूरी दुनिया में इसी क. द्वारा इस Design का विस्तार किया गया है। **March 2011 में फुकुशिमा दाइची (जापान) में हुई दुर्घटना इसी प्रकार के Reactor में थी।** भारत में **2 Reactor** तारापुर में इसी प्रकार के हैं परन्तु इसमें दुर्घटना की कोई संभावना नहीं है क्योंकि अरब सागर से इतनी ऊंची तरंगें नहीं उठेंगी जिससे इस Reactor में कोई दुर्घटना घटित हो सके।

REACTOR

Enrichment uranium	Natural uranium	Thorium
LEU	PHWR	AHWR
BWR	LWR	FBR

PHWR → Pressurized Heavy Water Reactors:

दाबित भारीत जल परमाणु भट्टी

- ईंधन → प्राकृतिक यूरेनियम
- शीतलक → भारी जल
- मंदक → भारी जल
- Canadian Design

भारत में अधिकतर Reactor इसी प्रकार के हैं। यह BWR की तुलना में सुरक्षित है। यह Reactor 2 भागों में बंटा होता है, एक में विखण्डन होती है दूसरी में ऊष्मा संचलित होती है। दूसरा भाग तुलनात्मक रूप से कम दाब वाला होता है।

Fast Breeder Reactor (तीव्र प्रजनक Reactor)

इसमें **मंदक** का प्रयोग नहीं किया जाता है। शितलक के रूप में **D_2O , Gelatine, Liq Na** का प्रयोग किया जाता है। इसमें ईंधन के रूप में प्राकृतिक यूरेनियम तथा प्लूटोनियम के कार्बाइड के मिश्रण का प्रयोग किया जाता है। **ये ऐसे Reactor होते हैं जिनमें अभिक्रिया के आरम्भ होने से पूर्व जितनी मात्रा में विखण्डनीय पदार्थ रखा जाता है, अभिक्रिया के पश्चात उससे अधिक विखण्डनीय पदार्थ की प्राप्ति होती जाती है,** ये **Indian Design** है जो सिर्फ भारत के पास है। **कामिनी** Reactor इसी Design का है। कलपक्कम में स्थापित Reactor इसी Design का PFBR है।

PFBR = Prototype Fast Breeder Reactor

भारत अपने विशाल **Thorium** भण्डारों को U^{235} में बदलने के लिए FBR पर पूरी तरह निर्भर है। इसके लिए फ्रांस की सहायता से पहला **FB test reactor 30 MW** का कलपक्कम, में स्थापित किया है। **America, Russia, France, Japan** के बाद भारत **5वां** देश जो इस तकनीक पर कार्य कर रहा है। FBR का Advance रूप PFBR है जिसमें **500 MW** का विद्युत उत्पादन किया जाएगा। इसकी सफलता के बाद विद्युत उत्पादन के लिए व्यवसायिक तौर पर इसका निर्माण किया जाएगा।

Advance Heavy Water Reactor [AHWR]

ऐसे Reactor जिनमें ईंधन के रूप में **Th^{232}** का प्रयोग किया जाता है। इसे **भारत का Future Reactor** भी कहते हैं, **मंदक के रूप में भारी जल जबकी शितलक के रूप में साधारण जल का प्रयोग किया जाएगा।** इसमें सामान्य ईंधन के साथ-2 **Th - U** का प्रयोग होता। इस Reactor के निर्माण का मूल उद्देश्य **Thorium** के प्रयोग की संभावनाओं का पता लगाना है। **भारत में दुनिया का 75% Th पाया जाता है। Resource Sat-2--2011 में पता चला की Uranium की सबसे बड़ी खान भारत में है।**

Light Water Reactor

इसे **WWER (Water-2 Energy Reactor)** भी कहा जाता है, ऐसे **1000 MW** के दो Reactor **कुडनकुलम में रूस की सहायता से** लगाए गए हैं। ईंधन **प्राकृतिक यूरेनियम** एवं शितलक के रूप में **हल्का जल** का प्रयोग।

भारत में नाभिकीय ऊर्जा प्राप्ति की अपेक्षा नाभिकीय अनुसंधान हेतु विशेष रूप से अनेक अनुसंधान एवं प्रयोगिक रिएक्टरों का निर्माण किया गया है। ऊर्जा प्राप्ति में इन प्रायोगिक रिएक्टरों का प्रयोग न किए जाने के कारण इन्हें **जीरो पावर रिएक्टर** भी कहते हैं, जो निम्न हैं:

1 → Apsara: यह **भारत का सबसे पुराना एवं पहला शोध Reactor** है। जिसे 1956 में BARC द्वारा चालू किया गया था। यह **एक MW** वाला **स्वदेशी तकनीक** से निर्मित स्वीमिंग पुल आकार का जिसमें **ईंधन** के रूप में **परिष्कृत यूरेनियम -एल्यूमिनीयम मिश्र-धातु** (U^{235} 80%) जो **Britain** से प्राप्त था, का प्रयोग किया गया। **शीतलक एवं मंदक के रूप में सादा पानी**। **भारत का यह रिएक्टर अब संग्रहालय में बदला जायेगा। विश्व के किसी परमाणु रिएक्टर को जनता के लिए संग्रहालय में परिवर्तित किया जाने का यह पहला प्रयास है।**

2 → Cirus: Canada-India Reactor Utility Services - 1960

- ❖ 10 July 1960 → Mumbai
- ❖ **ईंधन** → Natural Uranium
- ❖ **क्षमता** → 40 MW
- ❖ **मंदक** → भारी जल (अमेरिका से 31 Dec. 2010 में बन्द)
- ❖ **उद्देश्य** → Radio Isotopes का उत्पादन तथा अनेक प्रयोग एवं प्रशिक्षण में सहयोग देना।

3 → Zerlina: 1960

- ❖ शुन्य ऊर्जा वाला Reactor,
- ❖ BARC द्वारा निर्मित
- ❖ निर्माण स्वदेशी तकनीक से
- ❖ भारी जल की आपूर्ति अमेरिका से
- ❖ ईंधन के रूप में Natural Uranium
- ❖ उत्पादन क्षमता -100MW
- ❖ 1983 में बंद कर दिया गया।

4 → Purnima (1969)

BARC द्वारा Trombe में **Purnima [1 W]** नामक FBR का निर्माण किया जिसमें **Pu^{238}** का प्रयोग किया गया। जिसे 1974 में बंद कर दिया गया। इसे नवीकरण कर **Purnima-II** बनाया गया जिसमें U^{233} का प्रयोग किया गया जिससे **10 W** का बिलजी उत्पादन किया गया, बाद में इसे बन्द कर **Purnima-III** बनाया गया, ये **Thorium Reactor** थी जिसमें एल्यूमिनियम से लिपटी हुई U^{233} **Plats** का प्रयोग हुआ, जिससे **1 W** की बिजली उत्पादित हुई। तीनों **Reactor Zero Energy** वाले Reactor थे | **Purnima** की जगह अब **कामिनी** ने ले ली है।

5 → Kamini: 29 Oct 1996

कलपक्कम में **30kw** क्षमता का **Mini reactor**, इस अनुसंधान Reactor में **Thorium** को ईंधन के रूप में प्रयोग किया गया। इस Reactor में U^{233} से ऊर्जा प्राप्त करने का प्रायोगिक संयंत्र भी लगाया गया है। **कामिनी Reactor Th- U^{233}** ईंधन चक्र का उपयोग करने वाला **विश्व का पहला**

Reactor है। इस Reactor में **Beryllium Oxide** को **Neutron** परावर्तक के रूप में प्रयोग किया गया है। यह भारत का पहला **Fast Breeder Neutron Reactor** है। **भारत पहला विकासशील देश है जिसके पास FBR प्रौद्योगिकी है।**

6 → DHRUVA - 1985

- ❖ भारत का सबसे बड़ा शोध Reactor इसका पुराना नाम **R-5 PHWR** प्रकार का है।
- ❖ CIRUS का बड़ा मॉडल,
- ❖ स्वदेशी, क्षमता 100 MW,
- ❖ ईंधन प्राकृतिक Uranium
- ❖ इस Reactor की सहायता से **Pu²³⁹** का उत्पादन किया जाता है, वर्तमान में इससे **25-30 kg Pu²³⁹** का उत्पादन किया जा रहा है।

Nuclear Power Plant की संख्या के आधार पर विश्व के प्रमुख देशों की सूची में भारत 7 वें स्थान पर है:

(i) American = 100 NPP

(ii) France = 58 NPP

(iii) Japan = 53 NPP

(iv) China = 36 NPP

(v) Russia = 36 NPP

(vi) Korea = 25 NPP

(vii) India = 24 NPP

NPCIL (National Power Corporation India Limited) = 1987

Energy Reactor: वे Reactor जहाँ पर बिजली का निर्माण किया जाता है।

1→ TAPP: Tarapur Nuclear (Atomic) Power Plant 1969

भारत का पहला वाणिज्यिक परमाणु ऊर्जा स्टेशन।

Tarapur Nuclear Power Station **1400 MW**

2→ Rawatbhata Atomic Power Station: [Stab-1963, Function-1973]

Rajasthan Chittorgarh → **1180 MW/1240 MW**

यह दुनिया का दूसरा सबसे बड़ा बिजली उत्पादन केन्द्र बन गया है।

3→Narora Atomic Power Station: Up-Bulandshahar

1991 → 1 Unit → **200 MW**

1992 → 2 Unit → **220 MW**

4 → Kakra Para Atomic Power Station: Gujarat

KAPS-1 → 1993 → 220 MW

KAPS-II → 1995 → 220 MW

5 → Kaiga Atomic Power Station 2000

- ❖ कर्नाटक के उत्तर कन्नड जिले में काली नदी के पास कंगा में
- ❖ 4-unit सभी में 220 MW (2000-2010 तक)
- ❖ इस Power Station ने लगातार 941 दिन (13 मई 2016 से 10 दिस. 2018) तक कार्य करने का विश्व रिकार्ड बनाया है। इससे पहले 940 दिन तक लगातार कार्य करने का रिकार्ड यूनाइटेड किंगडम के हेशेम की Unit-2 के नाम था। कैगा परमाणु स्टेशन द्वारा अब तक 500 करोड़ Unit का विद्युत उत्पादन किया गया है।

6 → Kudankulam Nuclear Power Plant → Tamil Nadu

KKNPP-I : 2011: 1000 MW.

KKNPP-II : 2013: 1000 MW.

Nuclear Power Plant Under Construction: निर्माणधीन परमाणु ऊर्जा संयंत्र

- (1) KAPS ⇒ 3 ⇒ 700 MW (2018)
- (2) KAPS ⇒ 4 ⇒ 700 MW (2019)
- (3) KAPS ⇒ 7 ⇒ 700 MW (2018)
- (4) RAPS ⇒ 8 ⇒ 700 MW (2019)

Proposed Nuclear Plant ⇒ प्रस्तावित परमाणु ऊर्जा संयंत्र

- (1) Jaitapur (Maharashtra) → 6 Unit → 9900 MW
- (2) Gorakhpur (UP) → 2800 MW → (4 Unit)
- (3) Haripur (WB) → 6 Unit → 1650 MW
- (4) Kudankulam (Tamil Nadu) → 6 Unit → 9200 MW
- (5) Mithi Virdi (GJ) → 6 Unit → 6000 MW
- (6) Kovvada (AP) → 6 Unit → 8000 MW
- (7) Chuta or Bargi → 2 Unit → 1400 MW (MP)
- (8) Bhimpur (MP) → 4 Unit → 2800 MW
- (9) Kumharia (Haryana) → 4 Unit → 2800 MW

Enrichment Uranium (सम्बर्धित) \Rightarrow ${}_{92}\text{U}^{238}$ से ${}_{92}\text{U}^{235}$ की प्राप्ति

प्राकृतिक Uranium से U^{235} की मात्रा को बढ़ाना, भारत द्वारा **2-5% Enrichment Uranium** की क्षमता हासिल है। इसे तीन भागों में बांटा गया है।

1-SEU: Slightly Enrichment Uranium \rightarrow 2 to 3%

Used in Nuclear food Irradiation and Nuclear Energy

2-LEU: Low Enrichment Uranium \rightarrow 3 to 20%

Used in Atomic Energy

3-HEU: High Enrichment Uranium \rightarrow 20 to 90%

Used in Nuclear Weapons and Nuclear Medicine

LEU के लिए भारत ने 2008 में **Civil Nuclear Deal** की है \rightarrow

Civil Nuclear Deal: 2008 \Rightarrow (14 देश)

6 देश Enrichment Uranium देंगे

- 1-France
- 2- USA
- 3-Canada
- 4-Britain
- 5-Japan
- 6-SouthKoria

8 देश Uranium देंगे

- 1-कजाकिस्तान
- 2-नामीबिया
- 3-अर्जेंटीना
- 4-रूस
- 5-मंगोलिया
- 6-ऑस्ट्रेलिया
- 7-वियतनाम
- 8- चेक गणराज्य

IAEA (International Atomic Energy Agency)

- वियना (आस्ट्रिया)
- 1957
- सदस्य 170
- भारत 1957 से इसका सदस्य है

➤ यह एक स्वायत्त विश्व संस्था है जिसका उद्देश्य विश्व के परमाणु ऊर्जा की शांति पूर्ण उपयोग सुनिश्चित करना है। **यह एक नाभिकीय निगरानी एजेंसी है।** यह परमाणु ऊर्जा के सैन्य उपयोग को किसी भी प्रकार से रोकने से प्रयासरत रहती है। **इसके उद्देश्यों में नाभिकीय ऊर्जा के उपयोग के लिए सुरक्षात्मक उपाय अपनाना एवं नाभिकीय ऊर्जा की सुरक्षा करना है।**

➤ **IAEA के अनुसार यदि किसी देश के पास**

➤ Atomic Explosion हो

➤ HEU हो

➤ Missile > 2200 km

इन तीनों स्थितियों में यह माना जाता है कि उस देश के पास **परमाणु बम** है अतः **IAEA** द्वारा कार्यवाही की जाती है।

कार्यक्षेत्र:

(1) नाभिकीय सुरक्षा

(2) SC and Technology

(3) सुरक्षात्मक उपाय

(4) Global Nuclear Safety and Security Network के जरिए सदस्य देशों द्वारा नाभिकीय रक्षा-सुरक्षा संबंधी जानकारीयों और सेवाएं आदान-प्रदान करना।

(5) **IWAVE** → **IAEA Water Availability Enhancement Programme** के जरिये सदस्य देशों को विज्ञान आधारित ताजे पानी की उपलब्धता सुनिश्चित करने में मदद करना और राष्ट्रीय जल संसाधनों का व्यापक आकलन करना।

मुख्य बिन्दु = IAEA संयुक्त राष्ट्र महासभा तथा सुरक्षा परिषद दोनों को रिपोर्ट करती है।

1. यह संयुक्त राष्ट्र से स्वतंत्र संस्था है लेकिन जरूरत पड़ने पर यह सुरक्षा परिषद एवं महासभा को Report दे सकती है।
2. यह एक अंतर सरकारी मंच है जो विज्ञान एवं तकनीकी के क्षेत्र में सहयोग प्रदान करने के लिए प्रतिबद्ध है।
3. **Additional Protocol** ⇒ **1997** में बोर्ड ऑफ गवर्नर द्वारा एडिशनल प्रोटोकाल को स्वीकृत किया गया. अगस्त 2018 की स्थिति के अनुसार यूरोपीय परमाणु ऊर्जा समुदाय (Euratom) सहित 132 सदस्य राष्ट्रों में लागू है, यह प्रभाव में आने के बाद कानूनी रूप से बाध्यकारी होगा। यह **IAEA** को सक्षम बनाता है ताकि वह उन सुरक्षात्मक उपाय को अपना सके जिससे सदस्य राष्ट्रों में नाभिकीय पदार्थों का प्रयोग शांतिपूर्ण गतिविधियों (सिविल नाभिकीय गतिविधियों) में हो।

Note:

1. हाल ही में **IAEA** द्वारा पूर्वी कजाखिस्तान में आस्केमेन शहर में अल्प-संवर्धित यूरेनियम के भण्डारण के लिए एक बैठक की स्थापना की है।
2. **48** सदस्यों वाले **NSG** ने **2008** को भारत को एक छूट प्रदान की जिससे वह असैनिक परमाणु प्रो. और अन्य देशों के ईंधन का प्रयोग कर सके।
3. भारत परमाणु हथियारों वाला एक मात्र देश है जो **परमाणु अप्रसार संधि (NPT)** का पक्षकार नहीं है लेकिन फिर भी दुनिया के बाकी हिस्सों के साथ परमाणु व्यापार करने की अनुमति है।

IAEA की भूमिकाएँ:

- (i) IAEA गतिविधियों और बजट पर जनरल कान्फ्रेंस के लिए सिफारिशें करना।
- (ii) IAEA मानकों को प्रकाशित करना।
- (iii) IAEA की अधिकांश नीतियों का निर्माण करना।
- (iv) जनरल कान्फ्रेंस के अनुमोदन से महानिदेशक की नियुक्ति करना।


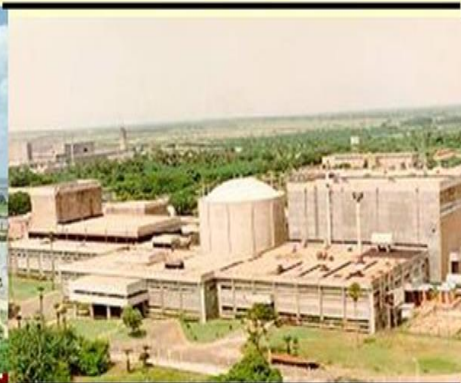
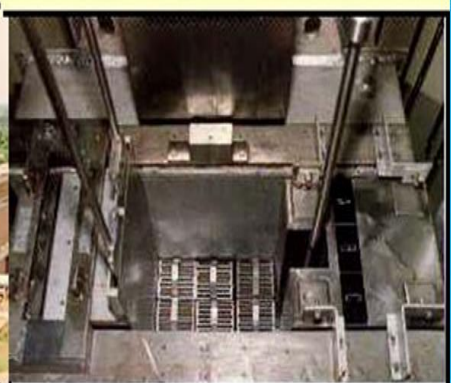
IAEA द्वारा चलाए जा रहे कार्यक्रम:

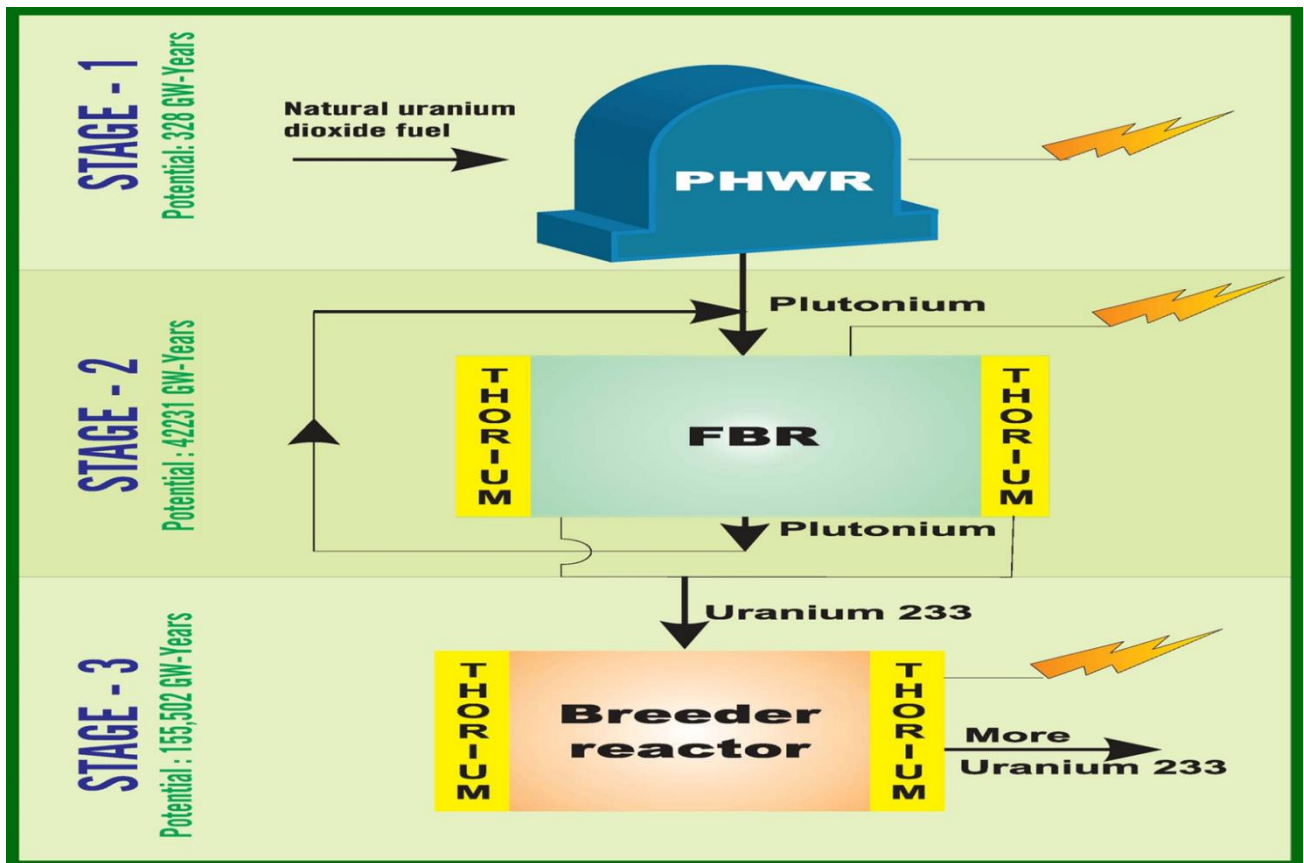
- ★ कैंसर उपचार हेतु कार्यवाही कार्यक्रम
- ★ मानव स्वास्थ्य कार्यक्रम
- ★ जल उपलब्धता संवर्धन परियोजना
- ★ अभिनव परमाणु रिएक्टरों और ईंधन चक्र पर अन्तर्राष्ट्रीय परियोजना

Nuclear Energy Programme in India 1954

इसे **भाभा जी** ने नेतृत्व में **1954** में तैयार किया गया जिसे भारत का **Nuclear Constitution** भी कहा जाता है। भारत का नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम एक चक्रीय एवं स्वदेशी कार्यक्रम है जो **3-R Concept** (Reduce, Re-use, Recycle) पर आधारित है।

Three Stage Nuclear Power Programme of India : Status

		
Stage – I PHWRs	Stage - II Fast Breeder Reactors	Stage - III Thorium Based Reactors
<ul style="list-style-type: none">• 17- operating• 2 - under construction• Scaling to 700 MWe• Construction period reduced• POWER POTENTIAL \cong 10,000 MWe	<ul style="list-style-type: none">• 40 MWth FBTR - Operating• Technology Objectives realised• 500 MWe PFBR- under construction• POWER POTENTIAL \cong 500,000 MWe for 100 y	<ul style="list-style-type: none">• 30 kWth KAMINI- operating• 300 MWe AHWR- under regulatory examination• POWER POTENTIAL \cong Very large.• Availability of accelerator driven neutron sources can convert Thorium• Participation in ITER for fusion technology development
LWRs <ul style="list-style-type: none">• 2 BWRs operating• 2 PWRs construction		



इसे तीन चरणों में पूरा किया जाता है जो नाभिकीय विखंडन पर आधारित है

First Phases → ${}_{92}\text{U}^{235}$ का प्रयोग

- ❖ इस चरण में नाभिकीय रिएक्टर में ईंधन के रूप में प्राकृतिक **Uranium** का प्रयोग किया जाता है।
- ❖ उप-उत्पाद के रूप में **Pu²³⁹** को प्राप्त किया जाता है।
- ❖ सभी **Reactor PHWR** होंगे।
- ❖ सभी **Reactor** की क्षमता (बिजली उत्पादन की) **250MW** से कम होगी।
- ❖ मंदक के रूप में भारी जल एवं शीतलन के रूप में तरल **Na** का प्रयोग किया जाएगा।
- ❖ एक स्थान पर कम से कम **2 Reactor** की स्थापना।

समस्या :

- (1) परिष्कृत यूरेनियम की प्रक्रिया जटिल एवं महंगा ।
- (2) अमेरिका द्वारा परिष्कृत यूरेनियम की तकनीकी को न देना।।
- (3) विदेशी सहयोग का अभाव विशेषकर **1974** एवं **1998** के परमाणु परिक्षण के बाद।
- (4) पूंजी की समस्या ।

इसके समाधान के लिए भारत एवं अमेरिका के साथ नाभिकीय समझौता हुआ जिसे **123 समझौता** नाम दिया गया।

123 समझौता इसे **हाइड एक्ट** भी कहा जाता है। (2005-2007 से प्रभावी) **27 July 2007** इसमें **17 अनुच्छेद** हैं, ये **अमेरिका परमाणु ऊर्जा** कानून **1954** की धारा **123** पर आधारित है जो निम्न है

- ✓ ये समझौता **40** वर्षों के लिए लागू किया गया है, **10** साल आगे बढ़ाया भी जा सकता है।
- ✓ अमेरिका भारत की परमाणु ईंधन की आपूर्ति में मदद करेगा तथा दूसरे देशों से भी भारत के लिए परमाणु ईंधन आपूर्ति सुनिश्चित करने में मदद करेगा।
- ✓ **IAEA** के साथ समझौते तथा **NSG** समूह द्वारा भारत पर लगाए गए प्रतिबंध हटाने में मदद।
- ✓ विशेष परिस्थितियों में समझौते तोड़े जाने की स्थिति में **1** वर्ष पहले देशों को **Notice** देनी होगी।

लाभ :

- भारत कहीं से भी परमाणु ईंधन एवं **Reactor** खरीद सकेगा।
- **PAK** एवं **China** के प्रति सशक्त होगा।
- ऊर्जा उत्पादन करेगा एवं **Carbon** उत्पादन उत्सर्जन कम होगा।
- राजनैतिक साझेदारी बढ़ेगी।

हानि →

- अमेरिकी नीतियों की विरोध करने में भारत की स्वतंत्र पहले से कम होगी।
- Th** का इस्तेमाल तथा स्वदेशी अनुसंधान की गति धीमी पड़ जाएगी।
- अन्तर्राष्ट्रीय पर्यवेक्षकों द्वारा निगरानी करने के कारण देश की सम्प्रभुता में हस्तक्षेप हो सकता है, निगरानी के दबाव के कारण भारत का परमाणु कार्यक्रम अब खर्चीला हो सकता है।

Second Phase → Pu^{239} का प्रयोग

- ✓ ईंधन के रूप में **Pu and Uranium** का प्रयोग।
- ✓ उप-उत्पाद के रूप में U^{233} की प्राप्ति होगी।
- ✓ सभी **Reactor FBR** प्रकार के होंगे।
- ✓ उत्पादन क्षमता **500 MW** होगी।
- ✓ **मदक के प्रयोग नहीं होगा** एवं **शीतलक** के रूप में **Liquid Na** होगा
- ✓ एक स्थान पर कम से कम दो **Reactor** होंगे।

महत्व :

- ❖ यह चरण भारत के लिए उपयोगी है क्योंकि इसमें **Uranium** का अधिक उपयोग किया जाता है। प्रथम चरण की तुलना में भारत के पास **Uranium** का सीमित भण्डार है। इस चरण में प्रथम चरण के अपशिष्ट का प्रयोग हो सकता है जो भारत के पास विद्यमान है।
- ❖ **Pu** का उपयोग **Atom Bomb** कार्यक्रम के लिए एवं यह **Third** चरण के लिए भी उपयोगी है।

कमियाँ

- ★ **Liq Na** वायु एवं जल के साथ तीव्र प्रतिक्रियाशील है। यह रिसाव की स्थिति में तीव्र विस्फोट कर सकता है जैसे फ्रांस एवं जापान में हुआ।
- ★ **Pu** की चोरी की आशंका
- ★ तकनीकी जटिल एवं लागत अधिक
- ★ इन सीमाओं के बावजूद **Pu** के महत्व को देखते हुए तथा **Uranium** के सीमित भण्डार के कारण भारत द्वारा इस चरण को आगे बढ़ाया गया है,
- ★ जोखिम कम करने के लिए कम दक्षता वाले **PFBR** के विकास का निर्णय किया गया है।

Third Phase: → Th²³² का प्रयोग

- ✓ ईंधन के रूप में **Thorium** का प्रयोग।
- ✓ उप-उत्पाद के रूप में कुछ प्राप्त नहीं
- ✓ सभी **Reactor AHWR** होंगे।
- ✓ उत्पादन क्षमता **1000 MW**
- ✓ शीतलक एवं मंदक का प्रयोग नहीं होंगे।
- ✓ एक स्थान पर कम से कम **दो Reactor** होंगे।

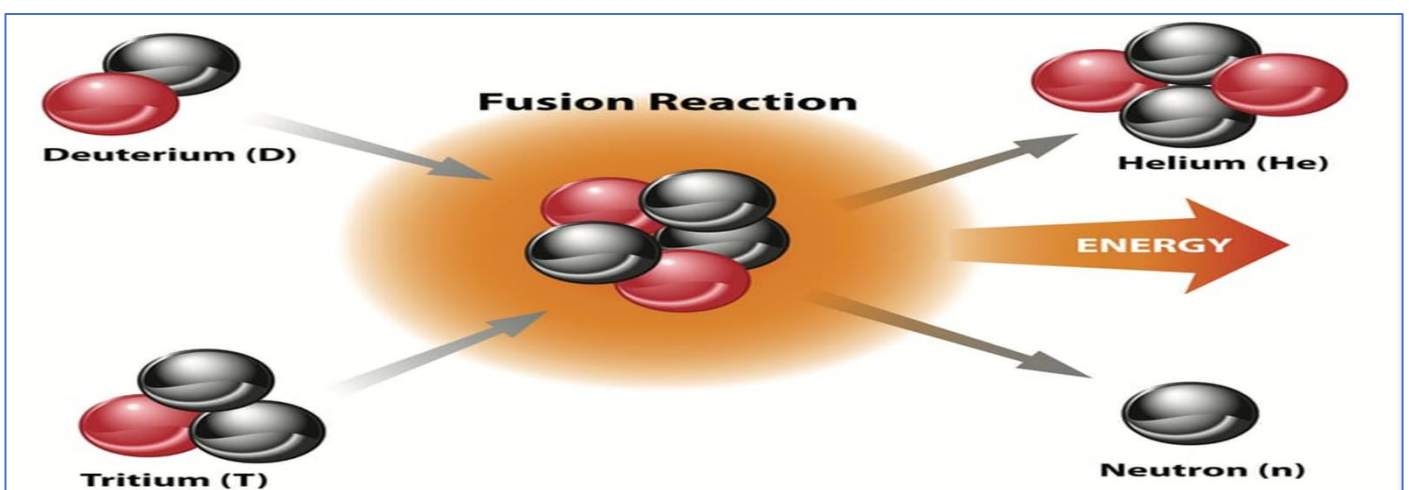
❖ भारत में **Th** पूरे विश्व का 25-35% भाग पाया जाता है जिसका **Source Monazite** नामक तत्व है जिसे समुन्द्र के किनारे बालू से प्राप्त किया जाता है। **Th** एक नाभिकीय ईंधन नहीं है, इसका प्रत्यक्ष विखण्डन नहीं हो सकता इसे विखण्डन युक्त बनाने के लिए **U²³⁵** में बदला जा सकता है या बदलना पड़ता है। भारत में **Th** से **Uranium** में बदलने की क्षमता 2008 में प्राप्त कर ली गयी थी। **भारत में कुल Th का 80% हिस्सा सिंहभूम जिला (झारखंड) से प्राप्त होता है।**

❖ **Th** को कमिनी **Reactor** में **U²³⁵** में परिवर्तित किया जा रहा है। वस्तुतः तीसरे चरण से जो ईंधन प्राप्त होगा उसका पहले चरण में पुनः प्रयोग होगा, **Th** को **FBR** के माध्यम से ही **U²³³** में बदला जा सकता है। अतः भारत के आत्मनिर्भर नाभिकीय कार्यक्रम के लिए **कामिनी और कलपक्कम Reactor** का प्रमुख स्थान है। **Th** आधारित **Reactor** को ही **AHWR** कहते हैं।

❖ **इस प्रकार भारत का NEP, Closed Type or Closed Cycle Based है अर्थात् पहला चरण से दूसरा, तीसरे से दूसरे पर तथा तीसरे से पहले से सम्बन्धित है।**

❖ भारत में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध नाभिकीय ईंधन **Thorium** है। इसका प्रत्यक्ष खनन नहीं होता बल्कि यह मुख्य रूप से **मोनाजाइट एवं इल्मेनाइट** से प्राप्त होता है।

Fusion Technology → संलयन तकनीक



संलयन तकनीक का उपयोग कर सूर्य और तारों में ऊर्जा उत्पन्न होती है पृथ्वी पर इस तकनीक का दो रूपों में उपयोग है

1- Hydrogen bomb

2- Electricity Production

वर्तमान में भारत एवं अन्य देशों द्वारा इस तकनीक का उपयोग कर **Hydrogen Bomb** का परिक्षण किया गया है। विद्युत उत्पादन के लिए इस तकनीक के उपयोग के लिए अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर **ITER** का विकास किया जा रहा है। भारत में इस तकनीक से सम्बन्धीत अनुसंधान कार्य **गान्धीनगर स्थित प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान** में किया जा रहा है। इस तकनीक के व्यावहारिक उपयोग के साथ-साथ कुछ **चुनौतियाँ** भी है जैसे :

1. संलग्न के लिए आवश्यक न्यूनतम तापमान प्राप्त करना।
2. इस तकनीक से उत्पन्न ऊर्जा को नियंत्रित करना।
3. **Tritium** का प्राकृति में नहीं पाया जाना।

ITER के विकास से इन समस्याओं को दूर किया जा रहा है, इसके लिए 7 देशों ने (USA, China, Japan, Russia, South Korea, European State, India) भागीदारी की है जिसमें भारत भी है।

हाल ही में चीन ने बताया है कि वह **100 मिलियन डिग्री सेल्सियस** का आयन तापमान प्राप्त करने के पश्चात अपने **Artificial SON-Experimental Advanced Superconducting Tokamak Reactor** को विकसित करने के निकट है। वैज्ञानिक लम्बे समय से इस प्रक्रिया को दोहराने पर कार्य करते रहे हैं। इनमें से सर्वाधिक प्रमुख **अन्तर्राष्ट्रीय ताप नाभिकीय रिएक्टर (ITER)** है। **HL-2M टोकामक** नामक मशीन का निर्माण चीन के **South-Western Institute of Physics** में किया जा रहा है।

चीन के कृत्रिम सूर्य **EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak Reactor)** ने **110 Second** में **216 मिलियन डिग्री फारेनहाइट** (120 मिलियन डिग्री सेल्सियस) तापमान हासिल करने का रिकार्ड बनाया है। अगले **20 sec** में कृत्रिम सूर्य ने **288 million °F (150°C Million)** का चरम तापमान भी हासिल किया है जो सूर्य के कोर के ताप से **10 गुना** अधिक है। सूर्य के कोर का तापमान **15M°C** ही होता है।

ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)

यह संलयन तकनीक के नियंत्रित उपयोग से सम्बन्धित है। सबसे पहले इसका प्रस्ताव 1985 में **जेनेवा** के **Super Power Summit** में किया गया था। 21 Nov 2006 को पेरिस के एलीस पैलेस में **ITER** सदस्य देशों के मंत्रियों द्वारा इस समझौते पर आधिकारिक रूप से हस्ताक्षर किए गए। इसके प्रारम्भिक चरणों की भागीदारी में **रूस, अमेरिका, यूरोपिय संघ एवं जापान** थे। 2003 में इस परियोजना में **चीन एवं दक्षिण कोरिया** भी शामिल हो गए। **2005 में अंतिम शामिल होने वाला राष्ट्र भारत था।** 2010 में निर्माण कार्य शुरू हुआ, 2027 तक पूरा होने की संभावना है। **ITER** मशीन को इस प्रकार डिजाइन किया गया है कि यह **50 MW Input** से



500 MW संलयन ऊर्जा प्रदान कर सके। इसका निर्माण **दक्षिणी फ्रांस** के **काडारेच** में किया जा रहा है। यूरोपियन संघ द्वारा कुल निर्माण का 45% हिस्सा उठाया जा रहा है। भारत की हिस्सेदारी 10% है। **ITER का निर्माण रूसी Reactor Tokamak के आधार पर किया जा रहा है, यह सखारोवा सिद्धान्त पर आधारित है।** इस मिशन के तहत संलयन अभिक्रिया में न्यूनतम तापमान की आवश्यकता को कम करने के लिए अधिक प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र का उपयोग किया जाता है। इसके कारण संलयन के लिए आवश्यक न्यूनतम तापमान में **300 गुना** की कमी आ जाती है **Super Conductivity and Super Computer** के विकास से **ITER** को नियंत्रित करना संभव हुआ है।

लाभ:

- इससे सम्बन्धित ईंधन का भारी मात्रा में उपलब्ध होना विशेषकर **${}^1\text{H}^2$**
- विखण्डन की तुलना में कई गुना अधिक ऊर्जा उत्पादन क्षमता का होना।
- अपशिष्ट का कम रेडियो सक्रिय होना।
- कार्बन मुक्त ऊर्जा उत्पादन स्रोत।

Note:

- भारत में नाभिकीय संलयन अभिक्रिया पर कार्य मुख्यतः प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान, पुणे में किया जा रहा है। प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान ने इससे पूर्व एक **Tokamak आदित्य** का निर्माण किया था।
- **Dec 2020** में चीन ने अपने **HL-2M** टोकामक रिएक्टर से **150 मिलियन डिग्री सेल्सियस** (सूर्य की कोर की तुलना में लगभग दस गुना) का तापमान प्राप्त किया रिएक्टर को इतनी अधिक ताप पैदा करने के कारण इसे **कृत्रिम सूर्य** कहा जाता है। चीन इस पर 2006 से ही कार्य कर रहा था।

Atomic Explosion (परमाणु विस्फोट)

जब कोई भी **Nuclear Reaction Uncontrolled** होती है तो उसे **परमाणु विस्फोट** कहा जाता है, इससे परमाणु हथियार बनाए जाते हैं। भारत द्वारा परमाणु हथियार कार्यक्रम की शुरुआत 1967 से मानी जाती है। अब तक **कुल 6 परमाणु विस्फोट** भारत द्वारा किया गया है **18 May 1974** को पोखरण में पहला एवं **11 and 13 May 1998** को 5 अन्य परमाणु परिक्षण किए गये हैं, जो निम्न है :

(1) 1974 → 18 May - पोखरण राजस्थान में

- ❖ पहला परमाणु परिक्षण **डॉ. राजा रमन्ना** के नेतृत्व में किया गया, जिसका सह नेतृत्व **D.P.Aayangar** ने किया।
- ❖ Pu का उपयोग (Pu कनाडा के CIRUS से प्राप्त)
- ❖ क्षमता 12 KT (1,20,00,000 kg कोयले के बराबर ऊर्जा)
- ❖ विखण्डन की तकनीक पर आधारित
- ❖ नाम **Smiling Buddha**

(2) 1998- Operation Shakti

नेतृत्व डॉ. ए.पी.जे. कलाम सह नेतृत्व डॉ. अनिल काकोडकर

11 May → 3 Experiments

- ❖ **Shakti-I** → Based on Nuclear Fusion, **Hydrogen Bomb**, Power - 45KT
- ❖ **Shakti-II** → Based on Nuclear Fission, Pu based, Power - 15KT
- ❖ **Shakti-III** → Based on Nuclear Fission, Pu based, Power - 0.3KT

13 May → 2 Experiments

- ❖ **Shakti - IV** → Based on Nuclear Fission, Pu based, Power - 0.5KT
- ❖ **Shakti - V** → Based on Nuclear Fission, U^{233} Based, Power - 0.2KT
- ✓ **Shakti-1** को छोड़कर सभी विखण्डन की तकनीक पर आधारित है।
- ✓ **Shakti-v** में **Uranium** & अन्य में का **Pu** उपयोग हुआ था।



Little Boy

- ❖ 6 Aug 1945 जापान के **हिरोशिमा** पर अमेरिका द्वारा।
- ❖ किसी भी युद्ध में नाभिकीय हथियार का पहली बार उपयोग हुआ,
- ❖ 1.50,000 मौत 15 KM के दायरे में सब नष्ट हो गया
- ❖ ${}_{92}\text{U}^{235}$ का प्रयोग हुआ था।
- ❖ क्षमता 13KT(TNT) के बराबर

Fat Man

- ❖ 9 Aug 1945, नागासाकी,
- ❖ Pu^{239} का प्रयोग,
- ❖ 25KT (TNT)
- ❖ 50.000 death,

पूरे विश्व में सिर्फ नौ देशों के पास परमाणु हथियार है → अमेरिका, फ्रांस, ब्रिटन, रूस, चीन, इजराइल, उत्तर कोरिया, भारत, पाकिस्तान, **13,000 परमाणु हथियार** है दुनिया में जिसमे **90%** से ज्यादा **रूस और अमेरिका** के पास है। भारत और इजराइल अपने परमाणु हथियारों के लिए जहां मुख्य रूप से **Plutonium** का उत्पादन करते हैं वहीं पाकिस्तान समेत अन्य देश **Enrichment Uranium** का उत्पादन करते हैं। **फ्रांस, चीन, रूस, UK, US** वर्तमान में **Enrichment Uranium and Plutonium** दोनों का उत्पादन कर रहे हैं।

भारत का नाभिकीय सिद्धान्त

परमाणु हथियार के विकास के बाद उसके उपयोग के संदर्भ में मानकों एवं निर्धारकों के लिए राष्ट्रीय सुरक्षा सलाहकार की अध्यक्षता में एक समिती गठन किया गया, इसे **नाभिकीय सिद्धान्त** कहा गया। परमाणु बमों के उपयोग सम्बन्धी निर्णय के दो स्तरीय ढांचे का गठन किया गया है:

[A] राजनीति परिषद:

- 1 - अध्यक्ष → प्रधानमन्त्री
- 2 - सदस्य → रक्षा मंत्री, विदेश मंत्री, वित्त मंत्री, गृह मंत्री
- 3 - सलाहकार → राष्ट्रीय सुरक्षा सलाहकार (NSA)

[B] कार्यकारी परिषद

1 - अध्यक्ष → NSA

2 - सदस्य → तीनो सेनाओं के अध्यक्ष, सुफिया विभागों के प्रमुख, प्रमुख सचिव रक्षा, गृह, वित्त, विदेश

कार्यकारी परिषद के सुझाव पर परमाणु बम का अन्तिम निर्णय राजनीतिक परिषद के साथ में होता है। इस प्रकार भारतीय परमाणु बम के किसी दुर्घटनापूर्व उपयोग की संभावना नहीं है।

[C] पहले उपयोग नहीं → **No First Use**

[D] उन देशों के विरुद्ध इस्तेमाल नहीं होगा जिसके पास परमाणु बम नहीं है।

[E] जैविक एवं रासायनिक हथियारों के हमले से परमाणु हथियारों के उपयोग का विकल्प खुला रखना।

[F] बिना किसी अंतराष्ट्रीय समझौतों पर हस्ताक्षर किए उनके प्रावधानों का पालन जैसे CTBT, NPT, FMCT (Fissile material cut off Treaty)

[G] नाभिकीय अप्रसार के लिए प्रयासों को जारी रखना।

उपर्युक्त प्रावधानों से स्पष्ट है कि भारतीय परमाणु बम आत्मरक्षा के लिए विकसित है। अंतराष्ट्रीय समझौते को भेदकारी मानने के कारण उन पर हस्ताक्षर नहीं किन्तु भारत द्वारा उनका पालन किया जाना।

International treaties & Agreements for the Nuclear test

1. NPT → **The Nuclear- Non- Proliferation treaty**, "परमाणु अप्रसार
March 1970 से लागू [UNO = 24 OCT 1945 → 193 देश]

यह संधि विश्वभर में परमाणु हथियारों के प्रसार को रोकने के साथ-2 परमाणु परिक्षण पर अंकुश लगाती है। विश्व स्तर पर इस संधि द्वारा सभी परमाणु शक्ति सम्पन्न देशों से परमाणु प्रसार न करने की अपील की गई है ताकि विश्व को परमाणु बम के खतरे से बचाया जा सके। **4 जुलाई 1968 से इस पर Signature होना शुरू हुआ।** अब तक **190** देशों ने इस पर **Signature** किया है। इसमें पांचों परमाणु सम्पन्न देश **Britain, America, France, China, Russia** शामिल है। **सिर्फ पांच संप्रभुता सम्पन्न देश इसके सदस्य नहीं है- भारत, पाकिस्तान, इजरायल, दक्षिणी सूडान, उत्तरी कोरिया** इस संधि का **प्रस्ताव आयरलैंड** ने रखा था और सबसे **पहले हस्ताक्षर** करने वाला राष्ट्र **फिनलैंड** है। **उत्तर कोरिया** एक मात्र देश जिसने इस पर **Signature** करने के पश्चात परमाणु परिक्षण किया एवं **10 March 2003** को संधि से बाहर हो गया।

इस संधि के तहत परमाणु शक्ति सम्पन्न राष्ट्र उसे ही माना जाएगा जिसने **1 जनवरी 1967 से पहले परमाणु हथियारों का निर्माण एवं परिक्षण कर लिया है।**

NPT के तहत भारत को परमाणु सम्पन्न देश की मान्यता नहीं दी गई है क्यों की भारत ने पहला परमाणु 1974 में किया था।

इस संधि में एक प्रस्ताव तथा **11 अनुच्छेद** है। इस संधि के तीन आधार हैं-

1. परमाणु अप्रसार
2. परमाणु निरस्त्रीकरण
3. परमाणु तकनीक का शांतिपूर्ण प्रयोग

2. CTBT = The Comprehensive Nuclear-test ban Treaty **व्यापक परमाणु परीक्षण संधि**

❖ 10 Sep 1996 → 24 Sep 1996 से हस्ताक्षर शुरू हुए।

यह संधि सभी प्रकार के परमाणु विस्फोट पर प्रतिबंध लगाती है, यह सैनिक तथा असैनिक दोनों ही उद्देश्यों के लिए किए गये परमाणु विस्फोट पर चाहे वे जल, थल या भूमिगत किसी भी वातावरण में किए गये हो को अवैध घोषित करता है। यह संधि परमाणु परीक्षण के कारण भारतीय पीड़ा और पर्यावरणीय क्षति को रोकने में भी मदद करती है।

❖ 1945 और 1996 के बीच जब CTBT को अपनाया गया था, USA (1600+), सोवियत संघ (700+), फ्रांस (200+), United Kingdom (100+), China (45+) द्वारा 2000 से अधिक परमाणु परीक्षण किए गये थे। 1996 के बाद तीन देशों ने परमाणु विस्फोट किए हैं, 1998 में भारत और पाकिस्तान और 2006 और 2009 में डेमोक्रेटिक पीपुल्स रिपब्लि ऑफ कोरिया (DPRK)।

❖ वर्तमान में इस संधि पर 185 देशों में Signature किया है। यह संधि तभी कार्यरूप में आएगी जब इसके अनुसूची-II में शामिल देशों में से 44 देश इस पर अपना अनुमोदन करेंगे। अनुमोदन के 180 दिन के पश्चात संधि कार्यरूप में आ जाएगी। इस संधि के प्रभावी होने के लिए संधि की अनुसूची दो के 44 राष्ट्रों द्वारा अभिपुष्टि आवश्यक है। ये वे देश हैं जो संधि की प्रारंभिक वार्ता में शामिल थे, और जिनके पास उस समय परमाणु ऊर्जा Reactor थे। अभी इस 44 देशों में से 8 ने अभिपुष्टि नहीं की है। भारत पाकिस्तान, उत्तर कोरिया में इस पर Signature नहीं किया है। भारत इस संधि को भेदकारी मानता है क्योंकि इसमें परमाणु हथियारों के समयबद्ध खात्मे का प्रावधान नहीं है।

संधि पर हस्ताक्षर यह दर्शाता है कि देश संधि को स्वीकार करता है तथा संधि के उद्देश्यों को कम करने वाली कोई कार्यवाही नहीं करने के लिए प्रतिबद्ध है।

अनुसमर्थन = यह कानूनी रूप से एक देश की सरकार के लिए बाध्यकारी बनाने के लिए एक संधि की अधिकारीक मंजूरी का प्रतीक है।

➤ USA इस पर हस्ताक्षर करने वाला पहला देश है परन्तु इसने अभी तक अनुमोदित ही दिया है। CTBT को प्रभाव में लाने के लिए उन सभी 44 देशों की संधि पर हस्ताक्षर करना तथा उसे अनुमति करना है, जिसके पास Nuclear Reactor है।

➤ इनमें भारत पाकिस्तान, इजराइल भी है। संधि के अनुसार अगर हस्ताक्षर कार्यक्रम आरम्भ होने के **3 वर्षों** के भीतर सभी **Nuclear Reactor** सम्पन्न देश संधि को अनुमोदित नहीं करते है तो **CTBT** संगठन, सदस्य देशों का सम्मेलन अजित करेगा। **24 Sep 1999** तक इसमें से एक भी शर्त पूरी नहीं हुई क्यों की तब तक मात्रा **26** देश ही **Signature** किए थे।

3.Wassenaar Arrangement: - 1996 - वियना

यह परंपरागत हथियारो तथा दोहरे उपयोग की वस्तुओं एवं तकनीक के लिए बहुपक्षिप निर्यात नियंत्रण व्यवस्था है। यह उन देशो का एक कुलीन क्लब है जो NSG और MTCR के समान हथियारों के निर्यात नियंत्रण की सदस्यता लेता है। इसकी स्थापना 1996 में हुई थी। वर्तमान में इसके 42 सदस्य देश है। भारत को Dec 2017 में 42 वे सदस्य के रूप में मान्यता दी है।

4.Australiya Group: 1985

यह रासायनिक तथा जैविक हथियारों के प्रसार को रोकने के लिए निर्यात निमंत्रण हेतु स्थापित किया गया है। भारत को **19 जनवरी 2018** को इस **Group** में **43** वे सदस्य के रूप में चुना गया | यह **43** देशों का एक मंच है जो यह सुनिश्चित करता है कि परमाणु सामग्री का आयात कर कोई देश परमाणु या जैविक हथियार न बनाने लग जाए। भारत को इससे रासायनिक और जैविक पदार्थों के वैश्विक कारोबार में दखल का मौका मिलेगा। चीन इसका सदस्य नहीं है।

5.Nuclear Supplier's Group: - 1974

इस समुह की स्थापना भारत में प्रथम परमाणु परिक्षण (**1974- Smiling Buddha की**) प्रतिक्रिया में की गई थी। इसका वास्तविक लक्ष्य यह है कि जिन देशों के पास नाभिकीय क्षमता नहीं है वे इसे अर्जित न कर सके। यह समुह ऐसे परमाणु उपकरण, सामग्री, और **Technology** के निर्यात पर रोक लगाता है जिसका प्रयोग परमाणु हथियार बनाने में होता है और उस प्रकार यह परमाणु प्रसार को रोकता है। वर्तमान में इसके **48** सदस्य है (**भारत नहीं**) जिसमे चीन भी शामिल है। यह समुह केवल परमाणु अप्रसार संधि के हस्ताक्षरकर्ता देशों को ही परमाणु सामग्री व तकनीक उपलब्ध कराता है परन्तु इस बार इस समूह ने भारत को विशेष छुट देकर ऐतिहासिक फैसला किया है। **[भारत- अमेरिका परमाणु समझौते के बाद] NSG का कोई स्थायी कार्यालय नहीं है आमतौर पर यह वार्षिक बैठक करता है।**

नाभिकीय तकनीकी में चुनौतियों का प्रबंधन

✧ प्रसिद्ध वैज्ञानिक **Dr. A. P. J. Kalam** के द्वारा स्पष्ट किया गया है कि जीवाश्म ऊर्जा की तुलना में **Nuclear Energy** हरित तो है क्योंकि इसमें **Gas** का उत्सर्जन नहीं होता परन्तु **Radiation** की चुनौती रहती है। लेकिन भारत में यह चुनौती नहीं है क्योंकि भारत का **Nuclear Energy Programme, Thorium** पर आधारित है।

❖ **Thorium, Fissile** नहीं है इस नाते **Radiation** की संभावना खत्म हो जाती है। लेकिन यह **Fissile** में बदलता है तो **Radiation** की संभावना रहती है परन्तु **Micro-Second** के लिए जिस कारण **Radiation** सम्भवना नहीं है। इसके अलावा **Thorium** को उपयोग में लाने तक पहुंचाने के लिए जो प्रक्रिया प्रयोग में लायी जाती है वह भी संस्करण (**Reprocessing**) पर आधारित है, जिसके नाते इसमें **Radiation** की बहुत ही कम संभावना है।

नाभिकीय तकनीक का प्रयोग

(1) कृषि क्षेत्र में

BARC के द्वारा उत्परिवर्तित बीजों के विकास के लिए विकिरण तकनीक का उपयोग किया जा रहा है। वर्तमान में **41** प्रकार के बीजों का विकास कर उन्हें व्यवसायिक उपयोग के लिए किसानों को जारी किया गया है ये बीज उच्च उत्पादकता वाले होते हैं। विकिरण तकनीक का उपयोग कर फसलों से सम्बन्धित बीमारियों का इलाज भी किया जा रहा है।

(2) खाद्य परिरक्षण (Food Irradiation)

↓
Biological Process

Niti Commission → Production

- ❖ **30-35%** सड़गल जाता है
- ❖ **30-35%** भण्डारण
- ❖ **30%** सीधे खाना

वर्तमान में खाद्य सुरक्षा के लिए उत्पादन से अधिक जरूरी है जैविक ह्रास एवं उत्पादन ह्रास को रोकना है क्योंकि उत्पादन को बढ़ाने की लागत अधिक है जबकि उत्पादन ह्रास की लागत कम है। इसमें **Nuclear Radiation** की लागत कम है। सामान्यतः कोई भी खाद्य पदार्थ **2** प्रकार से नष्ट होता है

1. Natural Metabolism → इसके अन्तर्गत फल एवं सब्जियां अंकुरित होने या पकाने के बाद नष्ट हो जाते हैं।

2. Infection से → संक्रमण के अन्तर्गत बीच में ही नष्ट हो जाते हैं।

विकिरण के मध्यम से इसे नष्ट होने से बचाया जा सकता है क्योंकि **Nuclear Radiation** बहुत सूक्ष्म होते हैं (**10^{-9}m**) तथा किसी भी खाद्य पदार्थ को सूक्ष्म स्तर पर संरक्षित करता है। विकीरण के उपयोग के तहत अनेक मामलों में उत्पादन को **80°C** तक गर्म किया जाता है, फिर ठण्डा कर उनकी पैकिंग की जाती है। इस प्रकार उनकी उत्तरजीवी बढ़ जाती है। लेकिन इसकी कुछ चुनौतियां भी हैं - जैसे:

- ❖ खाद्य पदार्थों का स्वाद व सुगन्ध बदल सकता है।
- ❖ अवांछित परिवर्तन।
- ❖ खाद्य पदार्थों में विषाक्तता आ सकती है।

अभी तक इस **Research** से स्पष्ट हो गया है कि इनमें से कोई भी समस्या उत्पन्न नहीं होती है। अतः ऐसी स्थिति में यह तकनीकी खाद्य सुरक्षा के लिए क्रांतीकारी हो सकती है।

(3) Nuclear Medicine:

इसमें **Nuclear isotopes** का प्रयोग करके रोग निदान किया जाता है। गामा किरणों से रोग के लक्षणों को पहचाना जाता है, जैसे **Co60, Cs-137** से कैंसर का पता लगाया जाता है। **Gama Camera** में इसी का प्रयोग किया जाता है। **बीटा किरणों** के माध्यम से रोग का उपचार किया जाता है।

- ✓ **I₁₃₁** \Rightarrow थाइराइड से जुड़ मामले
- ✓ **I₁₃₇** \Rightarrow आंखों के कैंसर के इलाज में
- ✓ **Te₂₀₁** \Rightarrow (Thulium) Blood Cancer के इलाज में (Blood में Fat जम जाती है)
- ✓ **Na₂₄** \Rightarrow Blood Cancer में (WBC बढ़ जाती है)
- ✓ **Sm** (सेमारिया) \Rightarrow जले, कटे एवं गठिया रोग में
- ✓ **Re₁₈₆** \Rightarrow (रेहनियम) कैंसर के समय अत्यधिक दर्द रोकने में
- ✓ **P₃₂** \Rightarrow हड्डियों की Abnormal Growth (हड्डी कैंसर) के इलाज में

भारत में **Nuclear Medicine** के क्षेत्र में दिल्ली के तिमारपुर में **INMAS** (Institute of Nuclear Medicine and Allied Science) की स्थापना हुई।

BRIT (Board of Radiation and isotopes Technology) \rightarrow यह संस्था **Isotopes** का निर्माण करती है यह संस्था सबसे अधिक **Isotopes** का निर्माण करती है।

(4) Radio Carbon Dating

इसके द्वारा किसी ऐतिहासिक वस्तु की वास्तविक उम्र का पता लगाया जा सकता है, सभी कार्बन युक्त वस्तुओं में कार्बन का एक **Radio isotopes C₁₄** होता है, यह सामान्य रूप से जीवनकाल में एकत्रीकरण होता रहता है किन्तु जीवन समाप्त होते ही इसका एकत्रीकरण बंद हो जाता है और **Radio** धर्मी होने के कारण इनका विखण्डन होने लगता है। **C₁₄** के साथ **C₁₂** भी पाया जाता है परन्तु यह विखण्डन नहीं होता। इसी अन्तर के कारण किसी वस्तु में जब क्षयशील **C₁₄** को **C₁₂** से मिलाकर नापते हैं तो उस वस्तु की आयु ज्ञात हो जाती है, यह निर्धारण इस आधार पर होता है कि **C₁₄** की अर्ध

आयु 5760 वर्ष की होती है। ऐतिहासिक अवशेषों की उम्र ज्ञात करने के लिए एक और पद्धति का आरम्भ हाल ही में हुआ है जिसे **Uranium Dating** कहा जाता है। इसके आधार पर **Uranium** मुक्त चट्टानों आदि का निर्धारण किया जाता है।