



MPSC

←→

RAJYASEVA

महाराष्ट्र लोकसेवा आयोग

सामान्य अध्ययन - III || बुकलेट - 2

**विज्ञान व तंत्रज्ञान, पर्यावरण, जैवविविधता व
आपत्ती व्यवस्थापन, अंतर्गत सुरक्षा**

अनुक्रमणिका
सामान्य अध्ययन -III (बुकलेट 2)

S. No.	Chapter	Page No.
विज्ञान व तंत्रज्ञान (Science & Technology)		
1.	भारतातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा विकास	1
2.	विज्ञान आणि तंत्रज्ञान क्षेत्रातील भारतीयांची कामगिरी	8
3.	तंत्रज्ञानाचे स्वदेशीकरण आणि नवीन तंत्रज्ञानाचा विकास	18
4.	माहिती तंत्रज्ञान, अवकाश, संगणक, रोबोटिक्स, नॅनो-तंत्रज्ञान, जैव-तंत्रज्ञान आणि बौद्धिक संपदा हक्काशी संबंधित विषयांची जागरूकता	35
5.	अणुतंत्रज्ञान आणि जागतिक संगणकीय उत्क्रांतीचे सर्वसमावेशक विश्लेषण	94
पर्यावरण, जैवविविधता व आपत्ती व्यवस्थापन (Environment, Biodiversity & Disaster Management)		
1.	पर्यावरण	100
2.	जैवविविधता: संकल्पना, महत्त्व आणि समकालीन प्रासंगिकता	103
3.	भारतातील जैवविविधता संवर्धनाची कायदेशीर चौकट	113
4.	पर्यावरणीय प्रदूषण	121
5.	हवामान बदल	135
6.	भारतातील पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन (EIA)	144
7.	आपत्ती व आपत्ती व्यवस्थापन, आपत्ती जोखीम लवचिकपणा, लवचिक समाज	153

अंतर्गत सुरक्षा (Internal Security)		
1.	भारताच्या राष्ट्रीय सुरक्षा दृष्टिकोनाची उत्क्रांती	205
2.	विकासामधील तूट आणि उग्रवादाचा प्रसार यांच्यातील संबंध	207
3.	भारतातील डाव्या विचारसरणीचा उग्रवाद (नक्षलवाद)	211
4.	भारताच्या ईशान्य प्रदेशातील जातीय बंडखोरी आणि गुन्हेगारी-बंडखोरी युती	214
5.	जम्मू आणि काश्मीरमधील दहशतवादाचे बदलणारे स्वरूप	222
6.	अंतर्गत सुरक्षेपुढील आव्हाने	231
7.	दळणवळण जाळी (कम्युनिकेशन नेटवर्क्स) आणि सायबर विश्वापुढील आव्हाने	237
8.	भारताची अंतर्गत सुरक्षा आणि माध्यम व सोशल नेटवर्किंग साईट्सची भूमिका	253
9.	मनी लॉड्रिंग आणि काळा पैसा	261
10.	संघटित गुन्हेगारी आणि दहशतवाद यांचे संबंध	272
11.	सीमावर्ती भागातील सुरक्षा आव्हाने आणि त्यांचे व्यवस्थापन	294
12.	विविध सुरक्षा दले, संस्था आणि त्यांचे अधिकार क्षेत्र	315
13.	भारतातील पोलीस सुधारणा	335

विज्ञान व तंत्रज्ञान (Science & Technology)

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान: विकास, उपयोजन आणि दैनंदिन जीवनावरील प्रभाव

भारतातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा विकास

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान (S&T) हे आर्थिक वृद्धी, सामाजिक परिवर्तन आणि राष्ट्रीय स्पर्धात्मकतेसाठी एक महत्त्वाचे साधन म्हणून जागतिक स्तरावर ओळखले जाते. भारतात प्राचीन काळातील अनुभवाधिष्ठित परंपरांपासून आधुनिक आणि उपयोजन-केंद्रित संशोधन प्रणालीपर्यंत विज्ञानाची उत्क्रांती झाली आहे. जागतिकीकरण, संसाधनांची कमतरता, बौद्धिक संपदेमधील स्पर्धा आणि आपत्तींची असुरक्षितता अशा आव्हानात्मक काळात, भारताने **संशोधन आणि विकास (R&D)**, मानवी भांडवल निर्मिती आणि तांत्रिक ज्ञानाच्या सर्वसमावेशक प्रसारावर विशेष भर दिला आहे. जीवनाचा दर्जा सुधारण्यासाठी आणि शाश्वत विकासासाठी हे प्रयत्न अत्यंत आवश्यक आहेत.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा संकल्पनात्मक पाया आणि बदलणारे स्वरूप

- **वैज्ञानिक कुतूहल आणि अनुभववाद:** भारतीय वैज्ञानिक परंपरेने नेहमीच निरीक्षण, प्रयोग आणि वास्तविक पडताळणी यावर भर दिला आहे. सत्य हे केवळ अमूर्त कल्पनांतून नसून निसर्गाच्या गुंतागुंतीशी संवाद साधूनच समोर येते, असा विश्वास या परंपरेने दृढ केला आहे.
- **तांत्रिक दृष्टिकोनाचे गतिमान स्वरूप:** आधुनिक संशोधन परिसंस्थेत विविध संस्था आणि समुदाय एकत्रितपणे भविष्यातील तंत्रज्ञानाचे स्वरूप ठरवतात. हे तंत्रज्ञान काळाची गरज आणि सामाजिक गरजांनुसार लवचिक राहते आणि त्यात सतत बदल होत असतात.
- **नाविन्यपूर्णता ही बहु-आयामी प्रक्रिया:** वैज्ञानिक प्रगतीमध्ये धोरणात्मक निवडी, निधीची उपलब्धता, संस्थात्मक क्षमता आणि सामाजिक स्वीकारार्हता या गोष्टी महत्त्वाच्या असतात. यामुळेच काही विशिष्ट तंत्रज्ञानाचा पाठपुरावा केला जातो, तर काही मागे पडतात.
- **लोकप्रिय तांत्रिक संकल्पना:** माहितीचा महामार्ग, कॅशलेस सोसायटी (नगदीविरहित समाज) आणि कागदविरहित कार्यालय यांसारख्या संकल्पना तांत्रिक शक्यता आणि सामाजिक आकांक्षा यांच्या मिश्रणामुळे लोकप्रिय होतात. यामुळे तंत्रज्ञानाचा स्वीकार करण्याची गती वाढते.

- **जागतिकीकरण आणि उदारीकरणाचा प्रभाव:** आर्थिक मोकळीक मिळाल्यामुळे सहकार्य आणि नवनिर्माणाच्या नवीन संधी निर्माण झाल्या आहेत. मात्र, यामुळे तंत्रज्ञानावरील अवलंबित्व, असमानता आणि नैतिक प्रशासनाशी संबंधित आव्हाने देखील समोर आली आहेत.
- **समष्टी (Macro) आणि व्यष्टी (Micro) आर्थिक दुवे:** विज्ञान आणि तंत्रज्ञान उत्पादकता वाढवून समष्टी आर्थिक वृद्धीला चालना देतात, तर सूक्ष्म स्तरावर कंपन्यांची कार्यक्षमता आणि नाविन्यपूर्ण क्षमता वाढवून त्यांना स्पर्धात्मक बनवतात.
- **बौद्धिक संपदेची अपरिहार्यता:** भारताला जागतिक स्तरावर संशोधन आणि विकासाचे केंद्र बनवण्यासाठी **बौद्धिक संपदा अधिकार (IPR)** प्रणाली मजबूत करणे आवश्यक झाले आहे. यामुळे स्वदेशी ज्ञानाचे संरक्षण देखील शक्य होते.
- **जोखीम कमी करण्याचे साधन म्हणून विज्ञान:** नैसर्गिक आपत्तींचा अंदाज वर्तवणे, पाणी व्यवस्थापन आणि हवामान बदलाशी जुळवून घेणे यामध्ये विज्ञानाचा मोठा वाटा आहे. यामुळे जीवित आणि वित्तहानी कमी करण्यास मदत होते.

प्राचीन आणि मध्ययुगीन भारतातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान: स्वदेशी ज्ञान प्रणालीचा पाया

A. गणित

- ✓ **शून्य आणि दशांश पद्धतीची संकल्पना:** प्राचीन भारतीय गणितज्ञांनी शून्य आणि दशांश संख्या पद्धतीचा विकास केला. यामुळे जागतिक गणित क्षेत्रात क्रांती घडून आली आणि विज्ञान व व्यापारात प्रगत गणना करणे सोपे झाले.
- ✓ **आर्यभटांचे योगदान:** 'आर्यभटीय' या ग्रंथाद्वारे आर्यभटांनी त्रिकोणमिती, बीजगणित आणि खगोलशास्त्रीय गणितात मोलाची भर घातली. पृथ्वी स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरते, हे त्यांनीच ठामपणे मांडले होते.
- ✓ **ब्रह्मगुप्तांचे बीजगणितातील कार्य:** ब्रह्मगुप्तांनी शून्य आणि ऋण संख्यांशी संबंधित नियम औपचारिकपणे मांडले. त्यांनी बीजगणित आणि समीकरणे सोडवण्याचे मूलभूत सिद्धांत जगाला दिले.

- ✓ **भास्कराचार्याचा 'सिद्धांत शिरोमणी':** मध्ययुगीन काळात भास्कराचार्यांनी त्रिकोणमिती आणि बीजगणिताचा विकास केला. त्यांनी जुन्या गणिती चौकटी अधिक अचूक आणि प्रगत केल्या.
- ✓ **ज्ञानाचा जागतिक प्रसार:** भारतीय गणितातील संकल्पना अरबी आणि युरोपीय संस्कृतींपर्यंत पोहोचल्या. यामुळे युरोपातील प्रबोधन काळातील वैज्ञानिक विकासाला मोठी मदत झाली.

B. खगोलशास्त्र

- ✓ **प्रगत खगोलीय मॉडेलिंग:** भारतीय खगोलशास्त्रज्ञांनी ग्रहणे, ग्रहांची गती आणि इतर खगोलीय घटनांचा अचूक अंदाज लावण्यासाठी गुंतागुंतीची गणिती मॉडेल्स विकसित केली होती.
- ✓ **सूर्यकेंद्री संकल्पना:** आर्यभट्टांसारख्या विद्वानांनी पृथ्वीची गती आणि सूर्यकेंद्री सिद्धांतातील काही घटक मांडले होते. युरोपच्या कित्येक शतके आधी त्यांनी भूकेंद्री संकल्पनांना आव्हान दिले होते.
- ✓ **सूर्य सिद्धांत:** या ग्रंथामध्ये सौर वर्ष, ग्रहांचे आकार आणि त्यांचे अंतर यांची अत्यंत अचूक गणना दिलेली आहे, जी भारताच्या प्रगत निरीक्षण विज्ञानाचा पुरावा आहे.
- ✓ **वराहमिहिरांचा 'पंचसिद्धांतिका':** वराहमिहिरांनी खगोलशास्त्रातील पाच प्रमुख शाखांचा समन्वय साधून निरीक्षणात्मक माहिती आणि गणिती तर्कशास्त्राची सांगड घातली.
- ✓ **सातत्य:** प्राचीन काळापासून मध्ययुगीन काळापर्यंत खगोलशास्त्रीय ज्ञानाचा विकास अखंडपणे होत राहिला, जे भारतीय विद्वत्तेच्या सातत्याचे प्रतीक आहे.

C. वैद्यकशास्त्र: आयुर्वेद आणि शस्त्रक्रिया

- ✓ **होलिस्टिक (सर्वसमावेशक) विज्ञान म्हणून आयुर्वेद:** आयुर्वेदाने शरीर, मन आणि आत्मा यांच्यातील संतुलनावर भर दिला. यामध्ये प्रतिबंधात्मक उपचार, रोगनिवारण आणि जीवनशैलीवर आधारित आरोग्य सेवांचा समावेश होता.
- ✓ **चरक संहिता:** हा एक मूलभूत वैद्यकीय ग्रंथ आहे. यामध्ये रोगांचे निदान, औषधनिर्माण शास्त्र आणि रोग प्रतिबंध यावर सविस्तर माहिती दिली आहे, जी अनुभवाधिष्ठित वैद्यकीय तर्कावर आधारित आहे.
- ✓ **सुश्रुत संहिता आणि शस्त्रक्रिया:** सुश्रुत यांना शस्त्रक्रियेचे जनक मानले जाते. त्यांनी प्रगत शस्त्रक्रिया पद्धती, शस्त्रक्रियेची उपकरणे आणि मानवी शरीररचनेच्या ज्ञानाचे सविस्तर वर्णन केले आहे.

- ✓ **युनानी औषधोपचार पद्धतीचा परिचय:** मध्ययुगीन काळात ग्रीक सिद्धांतांवर आधारित युनानी औषधोपचार पद्धती भारतात आली. यामुळे भारताच्या बहुविध वैद्यकीय परिसंस्थेत अधिक भर पडली.
- ✓ **चिरंतन सुसंगतता:** या पारंपारिक प्रणाली आजही आधुनिक एकात्मिक आरोग्य सेवा आणि कल्याणकारी मॉडेल्सवर आपला प्रभाव टिकवून आहेत.

D. धातूशास्त्र, रसायनशास्त्र आणि कापड उद्योग

- ✓ **दिल्लीचा लोहस्तंभ:** हा स्तंभ भारतातील प्रगत गंज-रोधक लोह तंत्रज्ञानाचे प्रदर्शन करतो, जे प्राचीन धातूशास्त्रातील सखोल ज्ञानाचे प्रतीक आहे.
- ✓ **वुट्झ (Wootz) स्टीलचे उत्पादन:** भारतीय वुट्झ स्टील हे आधुनिक उच्च दर्जाच्या मिश्रधातूंचे पूर्वज मानले जाते. याची जगभर निर्यात केली जात असे.
- ✓ **रसशास्त्र (प्राचीन रसायनशास्त्र):** हे शास्त्र प्रामुख्याने धातू निष्कर्षण, मिश्रधातू निर्मिती आणि औषधी संयुगांवर केंद्रित होते. यामुळे रसायनशास्त्राची आरोग्य सेवा आणि धातूशास्त्राशी सांगड घातली गेली.
- ✓ **कापड उद्योगातील नवनिर्मिती:** कापूस आणि रेशीम विणकाम, रंगकाम आणि छपाईच्या प्रगत तंत्रांमुळे भारताचा देशांतर्गत आणि आंतरराष्ट्रीय व्यापार मोठ्या प्रमाणावर भरभराटीला आला.
- ✓ **आर्थिक एकत्रीकरण:** या तंत्रज्ञानामुळे हस्तकला उद्योग, व्यापारी जाळी आणि रोजगार निर्मितीला मोठी शक्ती मिळाली.

E. स्थापत्य आणि अभियांत्रिकी

- ✓ **वास्तुशास्त्र:** निसर्ग, हवामान आणि जागेचा कार्यक्षम वापर यांच्याशी सुसंवाद साधून बांधकाम करण्यावर या शास्त्राने मार्गदर्शन केले.
- ✓ **नगररचना:** सिंधू संस्कृतीतील सांडपाणी निचरा प्रणालीपासून ते मध्ययुगीन शहरांपर्यंत, भारताने प्रगत स्थापत्य अभियांत्रिकीचे दर्शन घडवले आहे.
- ✓ **वाव (Step-wells):** गुजरात आणि राजस्थानमधील या पायऱ्यांच्या विहिरी कोरड्या हवामानात पाणी व्यवस्थापनासाठी वापरलेल्या कल्पकतेचे उत्कृष्ट उदाहरण आहेत.
- ✓ **मुघल स्थापत्य:** ताजमहाल आणि फतेहपूर सिक्री यांसारखी स्मारके वास्तुशिल्पातील उत्कृष्टता आणि साहित्य शास्त्राचा (Material Science) नमुना सादर करतात.

वसाहतकालीन विज्ञान आणि तंत्रज्ञान: आधुनिक वैज्ञानिक संस्था आणि पायाभूत सुविधांचा परिचय (1700 CE - 1947 CE)

- **वसाहतकालीन शिक्षण आणि वैज्ञानिक संस्था:** ब्रिटीश राजवटीत आधुनिक वैज्ञानिक शिक्षण आणि संस्थांचा परिचय झाला. यामध्ये **इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स (IISc)** आणि त्यानंतरच्या **इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी (IITs)** यांसारख्या संस्थांनी आधुनिक विज्ञान आणि अभियांत्रिकी शिक्षणाचा पाया घातला.
- **वसाहतकालीन बंधनांमधील भारतीय शास्त्रज्ञ:** संरचनात्मक शोषणाचे अडथळे असूनही, **सी. व्ही. रमण, जे. सी. बोस** आणि **एस. एन. बोस** यांसारख्या भारतीय शास्त्रज्ञांनी जागतिक दर्जाचे योगदान दिले. हे वसाहतकालीन परिस्थितीतही त्यांच्या बौद्धिक लवचिकतेचे आणि मौलिकतेचे दर्शन घडवते.
- **रेल्वेद्वारे वाहतूक क्रांती:** रेल्वेच्या आगमनामुळे दूरवरची प्रदेश जोडले गेले. यामुळे माल आणि लोकांची वाहतूक सुलभ झाली आणि ब्रिटीशांचा आर्थिक हेतू असूनही, अनपेक्षितपणे राष्ट्रीय एकात्मता आणि औद्योगिक संबंधांना पाठबळ मिळाले.
- **मोटारगाड्या आणि रस्ते जाळे:** वसाहत काळात सुरुवातीच्या मोटारगाड्या आणि रस्ते वाहतुकीचा अवलंब करण्यात आला, ज्यामुळे प्रशासकीय पोहोच आणि लांब पल्ल्याची गतिशीलता वाढली.
- **संपर्क यंत्रणेचा विस्तार:** 1851 मध्ये टेलिग्राफ सेवा आणि 1882 मध्ये कोलकाता येथे टेलिफोन एक्सचेंजची सुरुवात झाल्यामुळे संवाद क्षेत्रात क्रांती झाली. यामुळे माहिती पोहोचवण्यातील वेळ कमी झाला आणि केंद्रित प्रशासन शक्य झाले.
- **जागतिक ज्ञान प्रणालीशी एकत्रीकरण:** वसाहतकालीन भारत जागतिक वैज्ञानिक देवाणघेवाणीचा भाग बनला. यामुळे भारतीय विद्वानांना पाश्चात्य वैज्ञानिक पद्धतींची ओळख झाली, जरी अनेकदा ज्ञानाची मालकी समान पातळीवर नव्हती.
- **वसाहतकालीन विज्ञानाचा दुहेरी प्रभाव:** वसाहतकालीन विज्ञानाने पायाभूत सुविधा आणि संस्था मजबूत केल्या असल्या, तरी त्याचा वापर प्रामुख्याने साम्राज्यवादी हितसंबंधांसाठी केला गेला, ज्यामुळे स्वदेशी नाविन्यपूर्ण स्वायत्ततेवर मर्यादा आल्या.
- **स्वातंत्र्योत्तर वाढीचा पाया:** या घडामोडींमुळे अनपेक्षितपणे मानवी भांडवल, प्रयोगशाळा आणि तांत्रिक कौशल्ये निर्माण झाली, ज्याचा वापर स्वतंत्र भारताने नंतर राष्ट्रीय विकासासाठी केला.

स्वातंत्र्योत्तर भारतातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान: संस्थात्मक विस्तार आणि राष्ट्रीय विकासभिमुखता (1947-सध्यापर्यंत)

- **नियोजन आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोन:** स्वतंत्र भारताने विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाला नियोजित आर्थिक विकासाचे केंद्रस्थान मानले. दुसऱ्या **पंचवार्षिक योजनेत** आधुनिक विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा वापर करण्यावर विशेष भर देण्यात आला होता.
- **विज्ञान आणि तंत्रज्ञान विभागाची (DST) स्थापना:** 1971 मध्ये **DST** ची स्थापना झाल्यामुळे उदयोन्मुख संशोधन क्षेत्रांना राज्यस्तरावरून पाठबळ मिळाले आणि राष्ट्रीय वैज्ञानिक प्राधान्यांचे समन्वयन करणे शक्य झाले.
- **राज्य विज्ञान आणि तंत्रज्ञान परिषदा:** राज्यस्तरीय विज्ञान आणि तंत्रज्ञान परिषदांच्या निर्मितीमुळे विकेंद्रित नाविन्यपूर्ण उपक्रम आणि प्रादेशिक समस्यांचे निराकरण करणे सोपे झाले.
- **CSIR आणि DRDO परिस्थान:** वैज्ञानिक आणि औद्योगिक संशोधन परिषद (**CSIR**) आणि संरक्षण संशोधन आणि विकास संस्था (**DRDO**) यांनी नागरी, औद्योगिक आणि संरक्षण क्षेत्रातील संशोधनाला चालना दिली. त्यांनी प्रयोगशाळेतील संशोधनाची उत्पादनाशी सांगड घातली.
- **तेल आणि ऊर्जा संशोधन:** तेल आणि नैसर्गिक वायू आयोगाने (**ONGC**) उत्खनन आणि शुद्धीकरण तंत्रज्ञानाद्वारे देशाची ऊर्जा सुरक्षा मजबूत केली.
- **विज्ञानाद्वारे पर्यावरणीय प्रशासन: मध्यवर्ती गंगा प्राधिकरण** यांसारख्या संस्थांच्या स्थापनेमुळे प्रदूषण नियंत्रण आणि नद्यांच्या पुनरुज्जीवनासाठी विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा वापर सिद्ध झाला.
- **बौद्धिक संपदा प्रणालीचे बळकटीकरण:** तुलनेने कडक असलेल्या **IPR** कायद्यांमुळे भारताला जागतिक स्तरावर एक विश्वासार्ह संशोधन केंद्र म्हणून स्थान मिळाले, ज्यामुळे बहुराष्ट्रीय कंपन्यांच्या गुंतवणुकीला प्रोत्साहन मिळाले.
- **मानवी संसाधन विकासाला प्राधान्य:** हुशार विद्यार्थ्यांना विज्ञानाकडे आकर्षित करण्यासाठी धोरणे आखली गेली, ज्यामुळे संशोधक मनुष्यबळ आणि नाविन्यपूर्ण क्षमता वाढली.

अंतराळ संशोधन आणि तंत्रज्ञान: धोरणात्मक स्वायत्तता आणि जागतिक ओळख

- **ISRO - एक राष्ट्रीय प्रमुख संस्था:** भारतीय अंतराळ संशोधन संस्था (**ISRO**) कमी खर्चात उच्च दर्जाचे तंत्रज्ञान विकसित करण्याच्या भारताच्या क्षमतेचे प्रतीक आहे.
- **मंगळयान (Mars Orbiter Mission):** पहिल्याच प्रयत्नात मंगळाच्या कक्षेत पोहोचणारा भारत हा पहिला आशियाई देश आणि जागतिक स्तरावरही पहिला देश ठरला. यातून भारताची तांत्रिक अचूकता आणि **मितव्ययी नाविन्यपूर्णता (Frugal Innovation)** दिसून आली.

- **चंद्रयान मोहिमा:** चंद्रावरील मोहिमांनी भारताला जगातील निवडक अंतराळवीर देशांच्या पंक्तीत बसवले. याद्वारे भारताने खोल अवकाशातील नेव्हिगेशन आणि 'सॉफ्ट-लँडिंग' तंत्रज्ञानात नैपुण्य मिळवले.
- **स्वदेशी प्रक्षेपण वाहने:** PSLV आणि GSLV च्या विकासामुळे भारताची उपग्रह प्रक्षेपित करण्याची स्वायत्त क्षमता वाढली.
- **उपग्रहांचे उपयोजन:** अंतराळ तंत्रज्ञानाचा वापर रिमोट सेन्सिंग, हवामान अंदाज, दळणवळण, नेव्हिगेशन, आपत्ती व्यवस्थापन आणि कृषी नियोजनासाठी केला जातो.
- **व्यावसायिक प्रक्षेपण सेवा:** परदेशी उपग्रहांच्या यशस्वी प्रक्षेपणामुळे इस्रोने भारताची अंतराळ मुत्सद्देगिरी आणि महसूल निर्मिती मजबूत केली आहे.
- **धोरणात्मक आणि नागरी एकत्रीकरण:** अंतराळ तंत्रज्ञान राष्ट्रीय सुरक्षा, प्रशासन आणि नागरी कल्याण या तिन्ही क्षेत्रांमध्ये एकाच वेळी योगदान देते.
- **तांत्रिक सार्वभौमत्वाचे प्रतीक:** अंतराळ क्षेत्रातील यश भारताची धोरणात्मक स्वायत्तता आणि जागतिक वैज्ञानिक विश्वासार्हता अधिक दृढ करते.

माहिती तंत्रज्ञान आणि सॉफ्टवेअर सेवा: ज्ञान अर्थव्यवस्थेचे इंजिन

- **जागतिक IT हब म्हणून उदय:** भारत माहिती तंत्रज्ञान आणि सॉफ्टवेअर सेवांचे जागतिक केंद्र बनले असून जगाला कुशल मनुष्यबळ पुरवत आहे.
- **बहुराष्ट्रीय संशोधन आणि विकास केंद्रे:** IBM, Google, Microsoft, Intel आणि औषध कंपन्यांची 1,100 पेक्षा जास्त केंद्रे भारतातील नाविन्यपूर्ण परिसंस्थेची ताकद दर्शवतात.
- **भारतीय IT दिग्गज:** Infosys, TCS आणि Wipro यांसारख्या कंपन्या सॉफ्टवेअर विकास, IT सेवा आणि आउटसोर्सिंगसाठी जागतिक स्तरावर ओळखल्या जातात.
- **रोजगार निर्मिती:** IT क्षेत्राने लाखो रोजगार निर्माण केले असून GDP वृद्धी आणि शहरी मध्यमवर्गाच्या विस्तारामध्ये मोठे योगदान दिले आहे.
- **तंत्रज्ञान विविधीकरण:** संशोधनामध्ये ICT, जैवतंत्रज्ञान, ऑटोमोटिव्ह, एरोस्पेस, रसायने आणि साहित्य विज्ञानाचा समावेश आहे.
- **डिजिटल पायाभूत सुविधा:** IT क्षेत्रातील प्रगतीमुळे ई-प्रशासन, फिनटेक, डिजिटल पेमेंट आणि सेवा वितरण प्रणालींना बळकटी मिळाली आहे.

- **जागतिक मूल्य साखळीशी एकत्रीकरण:** भारताच्या IT सेवा स्थानिक प्रतिभेला जागतिक नाविन्यपूर्ण नेटवर्कशी जोडतात.
- **सामाजिक गतिशीलतेसाठी उत्प्रेरक:** IT क्षेत्रामुळे विशेषतः पहिल्या पिढीतील व्यावसायिकांसाठी कौशल्याधारित प्रगती शक्य झाली आहे.

जैवतंत्रज्ञान आणि औषध उद्योग: 'जगाचे औषधालय' म्हणून भारत

- **जैवतंत्रज्ञान क्षेत्राचा विस्तार:** अनुवांशिक अभियांत्रिकी (Genetic Engineering), स्टेम सेल संशोधन, लसी आणि बायोफार्मास्युटिकल्समधील वाढ भारताच्या जीवशास्त्र क्षेत्रातील क्षमता दर्शवते.
- **जेनेरिक औषधांमधील नेतृत्व:** भारतीय औषध उद्योग जागतिक स्तरावर परवडणारी जेनेरिक औषधे पुरवतो, ज्यामुळे आरोग्य सेवांची उपलब्धता सुनिश्चित होते.
- **जागतिक आरोग्यामध्ये योगदान:** आंतरराष्ट्रीय आरोग्य उपक्रमांमध्ये, विशेषतः विकसनशील देशांसाठी भारत महत्त्वाची भूमिका बजावतो.
- **प्रमुख कंपन्या:** Biocon आणि Serum Institute of India यांसारख्या कंपन्या औषध संशोधन आणि लस उत्पादनात मोठे योगदान देतात.
- **COVID-19 लस विकास:** लसींच्या जलद विकासामुळे भारताची वैज्ञानिक सज्जता आणि उत्पादन क्षमता जगासमोर सिद्ध झाली.
- **पारंपारिक औषधांशी सांगड:** आयुर्वेद आणि युनानी प्रणाली आधुनिक जैवतंत्रज्ञान संशोधनासह अस्तित्वात आहेत, ज्यामुळे एकात्मिक आरोग्य मॉडेल शक्य झाले आहे.
- **आर्थिक आणि धोरणात्मक मूल्य:** औषध निर्यातीमुळे परकीय चलन साठा आणि आरोग्य मुत्सद्देगिरी (Health Diplomacy) मजबूत होते.
- **परवडणारे नाविन्यपूर्ण मॉडेल:** मक्तेदारी असलेल्या जागतिक मॉडेलच्या तुलनेत भारत वैज्ञानिक अचूकता आणि खर्च-कार्यक्षमता यांचा समतोल राखतो.

अक्षय ऊर्जा आणि शाश्वत तंत्रज्ञान संक्रमण

- **अक्षय ऊर्जेप्रती कटिबद्धता:** सौर, पवन, जल, बायोमास आणि लघु जलविद्युत प्रकल्पांवरील भारताचा भर हवामान बदलाप्रती असलेली जबाबदारी दर्शवतो.
- **महत्त्वाकांक्षी क्षमता उद्दिष्टे:** 175 GW अक्षय ऊर्जेचे लक्ष्य (ज्यात 100 GW सौर आणि 60 GW पवन ऊर्जेचा समावेश आहे) दीर्घकालीन ऊर्जा संक्रमणाचे संकेत देते.

- **आंतरराष्ट्रीय सौर आघाडी (ISA):** विशेषतः उष्णकटिबंधीय देशांमध्ये जागतिक सौर सहकार्याला प्रोत्साहन देण्यासाठी भारताने या आघाडीची सह-स्थापना केली आहे.
- **ऊर्जा सुरक्षा वृद्धी:** अक्षय ऊर्जेमुळे जीवाश्म इंधन आणि आयातीवरील अवलंबित्व कमी होते.
- **हवामान बदल शमन:** स्वच्छ ऊर्जेचा स्वीकार जागतिक करारांतर्गत भारताच्या हवामान विषयक वचनबद्धतेचे समर्थन करतो.
- **तांत्रिक नवनिर्मिती:** सौर पॅनेल, साठवणूक आणि ग्रीड एकीकरणामधील प्रगतीमुळे कार्यक्षमता आणि विश्वासार्हता सुधारते.
- **रोजगार निर्मिती:** अक्षय ऊर्जा क्षेत्र हरित नोकऱ्या आणि विकेंद्रित उपजीविकेच्या संधी निर्माण करते.
- **शाश्वत विकासाशी दुवा:** ऊर्जा संक्रमण आर्थिक वृद्धी आणि पर्यावरणीय शाश्वतता यांचा मेळ घालते.

अणुविज्ञान आणि संरक्षण तंत्रज्ञान: धोरणात्मक सुरक्षा आणि तांत्रिक स्वावलंबन

- **अणुऊर्जा विकास:** भारताने वीज निर्मितीसाठी अणुभट्ट्या विकसित केल्या आहेत, ज्यामुळे जीवाश्म इंधनावरील अवलंबित्व कमी होऊन दीर्घकालीन ऊर्जा सुरक्षा मजबूत झाली आहे.
- **स्वदेशी अणु क्षमता:** भारत हा अणुऊर्जेवर चालणाऱ्या पाणबुड्यांचे डिझाइन आणि संचालन करणाऱ्या देशांच्या निवडक गटात समाविष्ट आहे, जे उच्च दर्जाच्या तांत्रिक कौशल्याचे प्रतीक आहे.
- **धोरणात्मक प्रतिबंध (Strategic Deterrence):** अणु तंत्रज्ञान विश्वसनीय किमान प्रतिबंध निर्माण करण्यात मदत करते, ज्यामुळे राष्ट्रीय सुरक्षा आणि भू-राजकीय स्थिरता सुनिश्चित होते.
- **DRDO ची संरक्षण संशोधनातील भूमिका:** संरक्षण संशोधन आणि विकास संस्था (DRDO) स्वदेशी संरक्षण संशोधनाचे नेतृत्व करते, ज्यामुळे आयात अवलंबित्व कमी होऊन धोरणात्मक स्वायत्तता वाढते.
- **क्षेपणास्त्र तंत्रज्ञानातील प्रगती:** अग्नी आणि पृथ्वी क्षेपणास्त्र मालिकांचा स्वदेशी विकास भारताची प्रगत प्रणोदन (Propulsion), मार्गदर्शन आणि साहित्य अभियांत्रिकीमधील प्रगती दर्शवतो.
- **एरोस्पेस संरक्षण उत्पादन:** तेजस लढाऊ विमानाचा विकास एव्हीओनिक्स, कंपोजिट्स आणि स्वदेशी एरोस्पेस डिझाइनमधील प्रगतीचे प्रतिबिंब आहे.

- **दुहेरी-वापर तंत्रज्ञानाचे फायदे:** संरक्षण संशोधनातून निर्माण होणाऱ्या तंत्रज्ञानाचा उपयोग नागरी क्षेत्रातील साहित्य, इलेक्ट्रॉनिक्स, दळणवळण आणि आपत्ती व्यवस्थापनासाठी सुद्धा केला जातो.
- **संरक्षण क्षेत्रातील 'मेक इन इंडिया':** देशांतर्गत उत्पादनावर भर दिल्याने औद्योगिक क्षमता, रोजगार आणि राष्ट्रीय लवचिकता मजबूत होते.

डिजिटल इंडिया उपक्रम: प्रशासन आणि नागरिक सहभागाचे परिवर्तन

- **डिजिटल सक्षमीकरणाचा दृष्टिकोन:** डिजिटल इंडिया मोहिमेचे उद्दिष्ट भारताला डिजिटल दृष्ट्या सक्षम समाज आणि ज्ञान अर्थव्यवस्थेत रूपांतरित करणे हे आहे.
- **ऑनलाइन पायाभूत सुविधांचा विस्तार:** ब्रॉडबँड कनेक्टिव्हिटी, डिजिटल प्लॅटफॉर्म आणि डेटा पायाभूत सुविधांवर लक्ष केंद्रित केल्यामुळे शहरी आणि ग्रामीण भागातील दरी कमी होत आहे.
- **ई-प्रशासनातील प्रगती:** सरकारी सेवा अधिकाधिक इलेक्ट्रॉनिक पद्धतीने दिल्या जात आहेत, ज्यामुळे पारदर्शकता, कार्यक्षमता आणि उत्तरदायित्व वाढत आहे.
- **डिजिटल पेमेंट क्रांती:** UPI आणि फिनटेक प्लॅटफॉर्मद्वारे रोखविरहित व्यवहारांमध्ये झालेली वाढ व्यवहाराचा खर्च कमी करते आणि आर्थिक समावेशनाला चालना देते.
- **इंटरनेट सुलभता:** इंटरनेटच्या वाढत्या प्रसारामुळे शिक्षण, टेलिमेडिसिन, ई-कॉमर्स आणि कौशल्य विकास करणे शक्य झाले आहे.
- **सेवा वितरण कार्यक्षमता:** डिजिटल प्लॅटफॉर्ममुळे कल्याणकारी योजनांच्या वाटपातील गळती, विलंब आणि भ्रष्टाचार कमी होतो.
- **प्रशासकीय सुधारणा:** तंत्रज्ञान-आधारित प्रशासन रिअल-टाइम देखरेख आणि डेटा-आधारित धोरणनिर्मितीला समर्थन देते.
- **सामाजिक समावेशाचा प्रभाव:** माहिती मिळवणे आणि सहभाग वाढवणे यामुळे डिजिटल प्रवेशामुळे वंचित लोकसंख्या सक्षम होत आहे.

भारतातील स्टार्ट-अप परिसंस्था आणि नाविन्यपूर्ण संस्कृती

- **स्टार्ट-अपमधील जागतिक मानांकन:** भारत ही जागतिक स्तरावर तिसरी सर्वात मोठी स्टार्ट-अप परिसंस्था आहे, जी उद्योजकीय चैतन्याचे प्रतिबिंब आहे.
- **अटल इन्व्हेशन मिशन (AIM):** देशभरात नाविन्यपूर्णता, उद्योजकता आणि स्टार्ट-अप परिसंस्था बदलण्यासाठी हा सरकारी उपक्रम राबवण्यात आला आहे.

- **तंत्रज्ञान-आधारित उपक्रम:** स्टार्ट-अप्स समस्या सोडवण्यासाठी AI (कृत्रिम बुद्धिमत्ता), फिनटेक, हेल्थ-टेक, एड-टेक, ॲग्रीटेक आणि क्लीन-टेकचा वापर करत आहेत.
- **रोजगार निर्मिती:** स्टार्ट-अप्स उच्च-कुशल आणि निम-कुशल नोकऱ्या निर्माण करून आर्थिक विविधीकरणात योगदान देत आहेत.
- **प्रादेशिक नाविन्याचा प्रसार:** महानगरांच्या पलीकडे स्टार्ट-अप्सची होणारी वाढ संतुलित प्रादेशिक विकासाला प्रोत्साहन देते.
- **जोखीम घेण्याची संस्कृती:** नाविन्यपूर्ण धोरणे प्रयोगांना प्रोत्साहन देतात, अपयश पचवण्याची क्षमता वाढवतात आणि सर्जनशील समस्या निवारणाला चालना देतात.
- **खाजगी-सार्वजनिक सहकार्य:** सरकारी पाठबळ आणि खाजगी भांडवल यांच्यातील समन्वयामुळे नाविन्याचा वेग वाढतो.
- **जागतिक स्पर्धात्मकता:** भारतीय स्टार्ट-अप्स वाढत्या प्रमाणात जागतिक बाजारपेठा आणि गुंतवणूक प्रवाहांशी जोडले जात आहेत.

जागतिक वैज्ञानिक सहभाग आणि आंतरराष्ट्रीय मान्यता

- **आंतरराष्ट्रीय संशोधन सहकार्य:** भारतीय शास्त्रज्ञ जागतिक संशोधन आणि विकास कार्यक्रमांमध्ये सक्रियपणे सहभागी होऊन वैज्ञानिक मुत्सद्देगिरी मजबूत करत आहेत.
- **LIGO आणि गुरुत्वीय लहरींचा शोध:** 2017 च्या भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक विजेत्या **गुरुत्वीय लहरींच्या** शोधात नऊ भारतीय संस्थांमधील 37 शास्त्रज्ञांनी योगदान दिले.
- **न्यूट्रॉन स्टार विलीनीकरण शोध:** 'लेझर इंटरफेरोमीटर ग्रॅव्हिटेशनल-वेव्ह ऑब्झर्व्हेटरी' (LIGO) ला न्यूट्रॉन ताऱ्यांचे विलीनीकरण शोधण्यात भारतीय शास्त्रज्ञांनी मदत केली.
- **जागतिक ज्ञान योगदान:** भारतीय संशोधक भौतिकशास्त्र, जैवतंत्रज्ञान आणि हवामान अभ्यासासह सीमावर्ती विज्ञानात योगदान देत आहेत.
- **वैज्ञानिक मनुष्यबळाची ताकद:** भारताकडे जागतिक स्तरावर तिसरे सर्वात मोठे तांत्रिक आणि वैज्ञानिक मनुष्यबळ आहे.
- **'ब्रेन गेन' कल:** देशांतर्गत सुधारलेल्या संशोधन परिसंस्थेमुळे जागतिक स्तरावर कार्यरत असलेले भारतीय शास्त्रज्ञ मायदेशी परतण्यास प्रोत्साहित होत आहेत.
- **सॉफ्ट पॉवरमध्ये वाढ:** वैज्ञानिक क्षेत्रातील उत्कृष्टतेमुळे भारताची जागतिक प्रतिष्ठा आणि प्रभाव वाढत आहे.
- **ज्ञान अर्थव्यवस्थेचे एकत्रीकरण:** जागतिक सहभागामुळे आंतरराष्ट्रीय नाविन्यपूर्ण नेटवर्कमध्ये भारताची भूमिका मजबूत होते.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा दैनंदिन जीवनावरील प्रभाव: सामाजिकीकरण, उत्पादकता आणि राहणीमानाचा दर्जा

- **दैनंदिन जीवनातील एकत्रीकरण:** डिजिटल अलार्म घड्याळे, हवामानाचा अंदाज, वाहतूक व्यवस्था, प्रतिजैविके (Antibiotics), स्वच्छ पाणी, प्रकाश व्यवस्था आणि स्मार्टफोन याद्वारे विज्ञान आणि तंत्रज्ञान मानवी जीवनाचा प्रत्येक क्षण घडवत आहे.
- **उत्पादकता वाढ:** यांत्रिकीकरण आणि डिजिटल साधनांमुळे वेळ, कष्ट आणि ऊर्जेची बचत होऊन सर्व क्षेत्रांत कार्यक्षमता वाढत आहे.
- **सामाजिक संपर्क:** इंटरनेट-आधारित तंत्रज्ञानामुळे जागतिक स्तरावर विचारांची देवाणघेवाण, समुदाय बांधणी आणि सहकार्य करणे शक्य झाले आहे.
- **आरोग्य सेवेतील सुधारणा:** प्रतिजैविके, लसी, निदान पद्धती आणि वैद्यकीय उपकरणांमुळे आयुर्मान आणि रोग नियंत्रणात मोठी वाढ झाली आहे.
- **वाहतूक कार्यक्षमता:** विज्ञानामुळे इंधन-कार्यक्षम इंजिने, GPS नेव्हिगेशन, वाहतूक व्यवस्थापन, हायड्रोजन आणि स्वयंचलित वाहने विकसित झाली आहेत.
- **ग्राहक निवडीचा विस्तार:** तांत्रिक नवनिर्मितीमुळे अन्नाचा दर्जा, सुरक्षितता आणि पौष्टिक पर्यायांमध्ये सुधारणा झाली आहे.
- **शहरी आणि ग्रामीण एकत्रीकरण:** डिजिटल साधने भौगोलिक आणि सामाजिक दरी सांधण्याचे काम करतात.
- **जीवनशैलीचे रूपांतर:** आधुनिक राहणीमानाचा दर्जा मूलभूतपणे वैज्ञानिक ज्ञान आणि तांत्रिक पायाभूत सुविधांवर अवलंबून आहे.

भारतीय दैनंदिन जीवनातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचे क्षेत्रनिहाय उपयोजन

A. कृषी क्षेत्र

- ✓ **वैज्ञानिक शेती तंत्र:** माती परीक्षण, पीक फेरपालट आणि कीड व्यवस्थापन यांमुळे उत्पादकता आणि शाश्वतता सुधारते.
- ✓ **जैवतंत्रज्ञान उपयोजन: Bt cotton आणि Bt brinjal** च्या वापरामुळे उत्पादनात वाढ होते आणि पिकांची कीड प्रतिकारशक्ती वाढते.
- ✓ **हवामान अनुकूलन:** वैज्ञानिक माहितीमुळे शेतकऱ्यांना बदलत्या हवामानाशी आणि मर्यादित संसाधनांशी जुळवून घेण्यास मदत होते.
- ✓ **उत्पन्नात वाढ:** तंत्रज्ञानामुळे खर्चात कपात होते आणि शेतीचा नफा वाढतो.

- ✓ **अन्न सुरक्षा:** सुधारित उत्पादनामुळे राष्ट्रीय अन्न स्वावलंबनाला बळकटी मिळते.

B. आरोग्य सेवा

- ✓ **वैद्यकीय प्रगती:** लसीकरण, अवयव प्रत्यारोपण आणि प्रगत निदान पद्धतींमुळे आरोग्यविषयक परिणामांमध्ये सुधारणा होते.
- ✓ **COVID-19 लस विकास:** लसींच्या जलद निर्मितीमुळे विज्ञानाची प्रतिसाद क्षमता आणि सज्जता सिद्ध झाली आहे.
- ✓ **पारंपारिक प्रणालींचे एकत्रीकरण:** आयुर्वेद आणि युनानी या पद्धती आधुनिक औषधशास्त्रासोबत अस्तित्वात असून त्या आरोग्य सेवेचे बहुविध पर्याय सुनिश्चित करतात.
- ✓ **ग्रामीण आरोग्य सेवा उपलब्धता:** टेलिमेडिसिनमुळे आरोग्य सेवामधील प्रादेशिक तफावत कमी होण्यास मदत होते.

C. दळणवळण

- ✓ **डिजिटल दळणवळण क्रांती:** मोबाईल फोन, इंटरनेट, सोशल मीडिया आणि 5G तंत्रज्ञानाने मानवी संवाद पुन्हा एकदा परिभाषित केला आहे.
- ✓ **माहितीची उपलब्धता:** नागरिकांना रिअल-टाइम माहिती, शिक्षण आणि विविध सेवा सहज उपलब्ध होत आहेत.
- ✓ **आर्थिक संधी:** डिजिटल दळणवळणामुळे 'रिमोट वर्क' (दूरस्थ काम) आणि **गिग इकॉनॉमीला** मोठे पाठबळ मिळते.

D. ऊर्जा क्षेत्र

- ✓ **अक्षय ऊर्जेचा स्वीकार:** सौर पॅनेल, पवन ऊर्जा प्रकल्प आणि जलविद्युत प्रकल्प कार्बन उत्सर्जन कमी करण्यास मदत करतात.
- ✓ **अणुऊर्जा प्रकल्प:** स्थिर आणि मोठ्या प्रमाणावर वीज पुरवठा सुनिश्चित करण्यासाठी अणुऊर्जा महत्त्वाची आहे.
- ✓ **ऊर्जा कार्यक्षमता तंत्रज्ञान:** LED दिवे आणि कार्यक्षम उपकरणांमुळे ऊर्जेचा वापर कमी होतो.

E. पर्यावरण

- ✓ **प्रदूषण देखरेख प्रणाली:** 'अॅम्बियंट एअर क्वालिटी मॉनिटरिंग सिस्टिम' (Ambient Air Quality Monitoring Systems) मुळे पर्यावरणाचे रिअल-टाइम नियमन करणे शक्य होते.

- ✓ **ऑईल झॅपर तंत्रज्ञान:** औद्योगिक प्रदूषण रोखण्यासाठी वैज्ञानिक उपाय शोधले जात आहेत.
- ✓ **संसाधनांचे संवर्धन:** पाणी, जंगले आणि खनिजांच्या शाश्वत वापरासाठी तंत्रज्ञानाचा आधार घेतला जातो.

F. संरक्षण आणि उद्योग

- ✓ **CSIR आणि DRDO चे योगदान:** चामड्याच्या वस्तू, काच, सिरॅमिक्स, रंगीत टेलिडिजन, कृषी यंत्रसामग्री, रसायने, औषधे, कीटकनाशके, अन्न तंत्रज्ञान उत्पादने आणि रिसीव्हर सेट्स यांसारख्या उत्पादनांच्या निर्मितीत या संस्थांचे मोठे योगदान आहे.
- ✓ **तंत्रज्ञान हस्तांतरण:** प्रयोगशाळेतील संशोधनामुळे औद्योगिक उत्पादन आणि व्यापारीकरणाला चालना मिळते.
- ✓ **स्वावलंबी उत्पादन:** स्वदेशी तंत्रज्ञानामुळे भारताचे आर्थिक सार्वभौमत्व अधिक मजबूत होते.

विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि समाज: नैतिक जबाबदाऱ्या, शाश्वतता आणि सर्वसमावेशक प्रशासन

- **सत्तेसाठी विज्ञानाचा ऐतिहासिक वापर:** गेल्या 200 वर्षांमध्ये विज्ञानाचा वापर प्रामुख्याने मानवाच्या श्रीमंत वर्गाकडून लष्करी वर्चस्व आणि आर्थिक विस्तारासाठी केला गेला आहे. यामध्ये अनेकदा पर्यावरणीय आणि सामाजिक परिणामांकडे दुर्लक्ष केले गेले आहे.
- **पर्यावरणीय मर्यादा आणि संकट:** नैसर्गिक संसाधनांचे अतिशोषण आणि प्रादेशिक परिसंस्थेवरील वाढता ताण यामुळे हे स्पष्ट झाले आहे की, सध्याचे केवळ वाढीवर आधारित विकास मॉडेल पर्यावरणीयदृष्ट्या **अशाश्वत** आहे.
- **विज्ञानाची नैतिक जबाबदारी:** पर्यावरणाचा हास होण्यास विज्ञानाचा वाटा असल्याने, आता समाजाला शाश्वत, स्थिर आणि लवचिक आर्थिक प्रणालीकडे नेण्याची प्राथमिक जबाबदारी देखील विज्ञानावरच आहे.
- **वाढीकडून शाश्वततेकडे स्थित्यंतर:** विज्ञानाने समाजाला केवळ 'आर्थिक वाढी'च्या ध्यासातून बाहेर काढून पर्यावरणीय संतुलन, दीर्घकालीन स्थिरता आणि पिढ्यान्पिढ्यांमधील समता राखण्यासाठी मदत केली पाहिजे.
- **स्वदेशी ज्ञानाचे एकत्रीकरण:** आधुनिक वैज्ञानिक ज्ञानाची स्वदेशी शहाणपण आणि दार्शनिक परंपरांशी सांगड घातली पाहिजे. यामुळे सांस्कृतिकदृष्ट्या योग्य आणि शाश्वत विकासाचे मार्ग तयार करता येतील.
- **बदलाचा वेगवान वेग:** 21 व्या शतकात नैसर्गिक प्रणाली आणि मानवी समाजात वेगाने बदल होत आहेत. यामुळे प्रशासकीय आव्हाने अधिक गुंतागुंतीची झाली आहेत.

- **विज्ञान-धोरण इंटरफेस:** शास्त्रज्ञांनी धोरणकर्ते आणि नागरिकांशी सक्रियपणे सहकार्य केले पाहिजे. हवामान बदल, पाण्याची कमतरता आणि सार्वजनिक आरोग्य संकटे यांसारख्या स्थानिक आणि जागतिक आव्हानांवर उपाय शोधण्यासाठी हे सहकार्य आवश्यक आहे.
- **नफा आणि जनकल्याण यांचा समतोल:** वैज्ञानिक नवनिर्मितीने स्पर्धात्मक नफ्याचा हेतू आणि समाजाचे सामूहिक कल्याण यांचा मेळ घातला पाहिजे. फायद्यांचे वाटप न्याय्य पद्धतीने होईल, याची खात्री केली पाहिजे.
- **वंचित गटांचा समावेश:** विज्ञान आणि तंत्रज्ञान धोरणांनी उपेक्षित समुदाय आणि अल्पसंख्याक संस्कृतींचा सहभाग व त्यांना मिळणारे फायदे सुनिश्चित केले पाहिजेत. यामुळे तांत्रिक बहिष्काराला प्रतिबंध करता येईल.
- **आंतरपिढीगत उत्तरदायित्व:** भविष्यातील पर्यावरणीय आणि सामाजिक खर्च टाळण्यासाठी सध्याच्या वैज्ञानिक खर्चाचे समर्थन करणे आवश्यक आहे. येणाऱ्या पिढ्यांच्या हक्कांचे संरक्षण करण्यासाठी वैज्ञानिक निर्णय प्रक्रियेत उत्तरदायित्व राखले जावे.
- **विज्ञानाचे नैतिक दळणवळण:** अनिश्चितता, धोके आणि मर्यादांबद्दल स्पष्टपणे संवाद साधण्याची जबाबदारी शास्त्रज्ञांची आहे. यामुळे चुकीची माहिती आणि अपुऱ्या ज्ञानाचा गैरवापर रोखता येईल.
- **भविष्यवाणी करणाऱ्या विज्ञानाचा जबाबदार वापर:** विज्ञानाच्या भाकीत करण्याच्या क्षमतेचा पूर्ण वापर नैसर्गिक आपत्तीची पूर्वतयारी, दुष्काळ व्यवस्थापन आणि जलसुरक्षेसाठी केला जावा, जिथे मानवी हिताचे प्रश्न थेट गुंतलेले असतात.

समावेशक विकास आणि मानवी संसाधन परिवर्तनाचे साधन म्हणून विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

- **परवडणारे आणि सुलभ उपाय:** विज्ञान आणि तंत्रज्ञान क्षेत्र कमी खर्चात आणि व्यावहारिक वैज्ञानिक उपाय उपलब्ध करून देते. यामुळे सामान्य नागरिकांचा वेळ आणि श्रम वाचतात आणि त्यांची उत्पन्न मिळवण्याची क्षमता वाढते.
- **कुटीर आणि लघु उद्योगांना पाठबळ:** तंत्रज्ञानामुळे उत्पादनांचे मूल्यवर्धन होते. यामुळे देशांतर्गत आणि जागतिक बाजारपेठेत लहान उत्पादकांची स्पर्धात्मकता सुधारते.
- **डिजिटल दरी कमी करणे:** औपचारिक शिक्षण नसलेल्या लोकांमध्ये संगणक साक्षरता आणि IT सुलभता वाढवून, विज्ञान आणि तंत्रज्ञान देशाच्या अतिशय दुर्गम आणि विलग भागांपर्यंत पोहोचू शकते.

- **कौशल्य विकास आणि प्रशिक्षण:** कृती-आधारित कौशल्य विकास कार्यक्रमांमुळे अतिरिक्त लोकसंख्येचे रूपांतर उत्पादक मानवी संसाधनांमध्ये करणे शक्य होते.
- **उद्योजकतेला प्रोत्साहन:** तांत्रिक पाठबळामुळे स्वयंरोजगार आणि उद्योजकतेला चालना मिळते, ज्यामुळे पारंपारिक वेतन रोजगारावरील अवलंबित्व कमी होते.
- **अल्पकालीन समस्यांचे निराकरण:** विज्ञान आणि तंत्रज्ञान अपारंपरिक ऊर्जेचा वापर आणि उत्पादनांचे सुधारित पॅकेजिंग यांसारखे त्वरित उपाय प्रदान करते.
- **दीर्घकालीन संरचनात्मक आव्हाने:** दुष्काळ, साथीचे रोग, पिण्याच्या पाण्याची टंचाई, कुपोषण, स्वच्छता, आरोग्य आणि गृहनिर्माण यांसारख्या सतत भेडसावणाऱ्या आव्हानांवर विज्ञान उपाय शोधते.
- **पर्यावरणपूरक तंत्रज्ञान:** पर्यावरणपूरक तंत्रज्ञानाच्या प्रसारामुळे लाकूड, बांबू, औषधी वनस्पती आणि नैसर्गिक संसाधनांच्या शाश्वत वापराला प्रोत्साहन मिळते.
- **विज्ञानाद्वारे वर्तणुकीत बदल:** वैज्ञानिक जागरूकतेमुळे नागरिकांमध्ये जबाबदार उपभोग घेण्याच्या सवयी आणि संवर्धनाची नीतिमत्ता विकसित होते.

प्राचीन शहाणपणापासून ते आधुनिक नवनिर्माणपर्यंतच्या भारताच्या प्रवासात **विज्ञान आणि तंत्रज्ञान** केंद्रस्थानी राहिले आहे. जेव्हा विज्ञान आणि तंत्रज्ञान नैतिकता, सर्वसमावेशकता आणि शाश्वततेच्या तत्वांनी मार्गदर्शित होते, तेव्हा ते आर्थिक वाढीचे रूपांतर सर्वांगीण मानवी विकासात करू शकते. यामुळे पर्यावरणीय संतुलन आणि आंतरपिढीगत न्याय जपण्यास देखील मदत होईल.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान क्षेत्रातील भारतीयांची कामगिरी

भारतातील **विज्ञान आणि तंत्रज्ञान** ही केवळ आधुनिक काळातील आयात केलेली संकल्पना नसून, ती गेल्या अनेक सहस्रकांपासून भारतीय संस्कृती आणि सभ्यतेचा एक अविभाज्य भाग राहिली आहे. भारतीय विद्वानांनी आणि अभ्यासकांनी जागतिक वैज्ञानिक विचारसरणीला आकार देण्यात ऐतिहासिकदृष्ट्या महत्त्वाची भूमिका बजावली आहे. त्यांनी अनेक मूलभूत विकास आणि दृष्टिकोनांचे मुख्य स्रोत म्हणून काम केले आहे.

- **वैज्ञानिक वृत्ती:** भारताने नेहमीच इतर ठिकाणच्या वैज्ञानिक कल्पना आणि तंत्रांचा स्वीकार अतिशय मोकळ्या मनाने आणि तर्कशुद्ध वृत्तीने केला आहे. हीच बाब भारतीय वैज्ञानिक वृत्तीचे वैशिष्ट्य ठरते.

- **व्यापक व्याप्ती:** या कामगिरीमध्ये गणित, खगोलशास्त्र, वास्तुकला, रसायनशास्त्र, धातुशास्त्र, वैद्यकशास्त्र आणि नैसर्गिक तत्त्वज्ञान यांसारख्या अनेक विषयांचा समावेश आहे. हे ज्ञान भारतातून जगाच्या इतर भागांत पोहोचले.
- **प्रगतीचे सातत्य:** सिंधू संस्कृती आणि वैदिक काळापासून ते शास्त्रीय आणि आधुनिक कालखंडापर्यंत, भारताने विज्ञानाच्या क्षेत्रात आपले विलक्षण कार्य सुरू ठेवले आहे. अनेक भारतीय शास्त्रज्ञांना **नोबेल पारितोषिकासारखे** जागतिक सन्मान मिळाले आहेत.
- **आधुनिक सार्वभौमत्व:** आज भारत अशा काही निवडक देशांच्या गटात सामील आहे ज्यांच्याकडे स्वतःचे स्वदेशी अणुतंत्रज्ञान, **बॅलिस्टिक क्षेपणास्त्र** क्षमता आणि **GSLV उपग्रह** प्रक्षेपित करण्याची शक्ती आहे. जागतिक विज्ञान आणि तंत्रज्ञान क्षेत्रात भारताने आपले स्थान भक्कम केले आहे.

प्राचीन भारतातील उपलब्धी

गणिताचा पाया

भारतीय विज्ञानाचा शास्त्रीय कालखंड अशा गणितज्ञांनी गाजवला ज्यांनी आध्यात्मिक विधी आणि नागरी अभियांत्रिकी या दोन्हीसाठी आवश्यक असलेली साधने विकसित केली.

- **बौधायन (800 BCE) आणि भूमितीय अचूकता:** ते **शुल्बसूत्रांचे** सर्वात प्राचीन लेखक मानले जातात. वैदिक यज्ञांसाठी आवश्यक असलेल्या वेदींच्या अचूक बांधकामासाठी या सूत्रांचा वापर केला जात असे.
- **पायथागोरसचा पूर्वगामी:** बौधायन यांनी आज **'पायथागोरस प्रमेय'** म्हणून ओळखले जाणारे तत्त्व पायथागोरसच्या कितीतरी आधी मांडले होते. यावरून त्यांची भूमिती विषयातील प्रगल्भता दिसून येते.
- **स्थिरांकांची गणना:** त्यांनी पाय (π) ची अतिशय अचूक किंमत सांगितली होती. तसेच त्यांनी 2 चे वर्गमूळ (577/408 असे) मोजले होते, जे दशांश चिन्हाच्या नंतर 5 घरांपर्यंत अचूक आहे.
- **ब्रह्मगुप्त (598-670 CE) आणि शून्याची संकल्पना:** ब्रह्मगुप्त हे **शून्यासह** गणना करण्याचे नियम सांगणारे पहिले व्यक्ती होते. यामुळे जागतिक अंकगणितात एक मूलभूत बदल घडून आला.
- **खगोलशास्त्रीय ग्रंथ:** त्यांनी **'ब्राह्मस्फुटसिद्धांत'** (एक सैद्धांतिक ग्रंथ) आणि **'खंडखाद्यक'** (एक व्यावहारिक ग्रंथ) यांची रचना केली. त्यांनी खगोलशास्त्रीय निरीक्षणांसाठी विविध उपकरणांचा शोध लावला.
- **गोलाकार पृथ्वीचा सिद्धांत:** ब्रह्मगुप्त यांनी पृथ्वीचा आकार गोलाकार असल्याचे स्पष्ट केले होते. त्यांनी ग्रहणांची गणना आणि अवकाशातील पिंडांचे अंतर मोजण्यावर सखोल काम केले.

प्राचीन काळातील अणू आणि वैद्यकीय प्रणेते

प्राचीन भारतीय दृष्टिकोनामध्ये भौतिक जगाचा अभ्यास करताना तात्त्विक चौकसपणा आणि प्रायोगिक निरीक्षण यांचा संगम साधला गेला होता.

- **कणाद ऋषींचा अणू सिद्धांत:** कणाद ऋषींचा काळ साधारणपणे 6th ते 2nd century BCE दरम्यानचा मानला जातो. त्यांच्या **'कणाद'** या नावाचा शब्दशः अर्थ **'कण खाणारा'** असा होतो.
- **परमाणूची संकल्पना:** परमाणू हा पदार्थाचा असा अविनाशी कण आहे ज्याचे पुढे विभाजन होऊ शकत नाही, असे त्यांनी सर्वप्रथम मांडले. त्यांनी हा सिद्धांत डाल्टनच्या अणू सिद्धांताच्या कित्येक शतके आधी मांडला होता.
- **चरक (300 BCE), वैद्यकशास्त्राचे जनक:** चरक यांना **'भारतीय औषधशास्त्राचे जनक'** मानले जाते. आयुर्वेद प्रणालीमध्ये त्यांचे योगदान अत्यंत मोलाचे आहे.
- **चरक संहिता:** त्यांनी **'चरक संहिता'** हा महत्त्वपूर्ण वैद्यकीय ग्रंथ लिहिला. मानवी शरीर आणि औषधनिर्माणशास्त्र (Pharmacology) याबद्दलच्या ज्ञानासाठी आजही या ग्रंथाचा अभ्यास केला जातो.
- **चयापचय आणि अनुवंशिकता:** चरक यांनी चयापचय (Metabolism) आणि अनुवंशिकतेची (Genetics) मूलभूत तत्त्वे त्या काळी मांडली होती, जी त्या काळाच्या मानाने एक दुर्मिळ उपलब्धी होती.
- **तीन दोष:** त्यांनी **वात** (हालचाल), **पित्त** (रूपांतरण) आणि **कफ** (स्नेहन आणि स्थिरता) हे तीन दोष ओळखले. जेव्हा या तिन्ही दोषांमधील संतुलन बिघडते, तेव्हा रोग होतो असे त्यांनी प्रतिपादन केले.

प्राचीन भारतातील शस्त्रक्रिया आणि जैविक चमत्कार

चरक यांनी अंतर्गत औषधोपचारावर लक्ष केंद्रित केले असताना, इतर प्रणेत्यांनी मानवी शरीराच्या संरचनेचा आणि शस्त्रक्रियांच्या पैलूंचा अचूकपणे अभ्यास केला.

- **सुश्रुत यांचा शस्त्रक्रियेचा वारसा:** सुश्रुत हे **'सुश्रुत संहिता'** या प्राचीन संस्कृत ग्रंथाचे लेखक होते. हा ग्रंथ आजही वैद्यकशास्त्र आणि शस्त्रक्रिया या दोन्ही क्षेत्रांसाठी एक पायाभूत स्तंभ मानला जातो.
- **शस्त्रक्रियेचे जनक:** पुनर्रचनात्मक शस्त्रक्रियांचे (Reconstructive procedures) सविस्तर वर्णन केल्यामुळे सुश्रुत यांना आंतरराष्ट्रीय स्तरावर **'शस्त्रक्रियेचे जनक'** आणि **'प्लास्टिक सर्जरीचे जनक'** म्हणून ओळखले जाते.

- **शस्त्रक्रिया साधने आणि प्रशिक्षण:** त्यांनी अनेक शस्त्रक्रिया उपकरणांचा शोध लावला. शरीरशास्त्र समजून घेण्यासाठी त्यांनी मृतदेहांच्या विच्छेदनाचा (Dissection) आग्रह धरला होता. ही पद्धत त्यांच्या जागतिक समकालीनांच्या तुलनेत खूप प्रगत होती.
- **नेत्ररोग आणि विशेष शस्त्रक्रिया:** सुश्रुत यांना मोतीबिंदूच्या शस्त्रक्रियेचे ज्ञान होते आणि त्यांनी त्या केल्या होत्या. अपारदर्शक लेन्सला त्यांच्या जागेवरून हलवण्याच्या 'काउचिंग' (Couching) प्रक्रियेचे वर्णन त्यांनी केले आहे.
- **मध्ययुगीन जैविक अभ्यास:** तेराव्या शतकात हंसदेव यांनी 'मृग-पक्षी-शास्त्र' हा ग्रंथ संकलित केला. हा ग्रंथ शिकारी प्राणी आणि पक्ष्यांची सर्वसाधारण माहिती देतो, ज्यातून पद्धतशीर जीवशास्त्रातील वाढती रुची दिसून येते.
- **प्रजननाबाबत मुघल निरीक्षणे:** मुघल सम्राट जहांगीर यांनी त्यांच्या 'तुझुक-इ-जहांगीरी' या ग्रंथामध्ये प्राण्यांच्या प्रजननाबद्दल आणि संकरीकरणाबद्दलच्या (Hybridization) स्वतःच्या निरीक्षणांची आणि प्रयोगांची पद्धतशीर नोंद केली आहे.

आर्यभट्ट: खगोलशास्त्र आणि गणिताचे सुवर्णयुग

476 ते 550 CE या कालखंडात भारतीय दृष्टिकोनातून विश्वाकडे पाहण्याच्या पद्धतीत आमूलाग्र बदल झाला. याचे नेतृत्व आर्यभट्ट (ज्यांना आर्यभट्ट पहिले म्हणूनही ओळखले जाते) यांनी केले.

- **अग्रगण्य ग्रंथ:** त्यांच्या प्रमुख कामांमध्ये 'आर्यभटीय' आणि 'आर्य-सिद्धांत' यांचा समावेश होतो. या ग्रंथांनी भारतीय खगोलशास्त्रासाठी गणिताची चौकट तयार केली.
- **कक्षीय गणना आणि ग्रहणे:** त्यांनी ग्रहांच्या कक्षांची यशस्वी गणना केली. तसेच, पौराणिक भीती दूर करत त्यांनी सूर्यग्रहण आणि चंद्रग्रहण यांची शास्त्रीय कारणे स्पष्ट केली.
- **पृथ्वीचे परिवलन आणि आकार:** पृथ्वी स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरते आणि तिचा आकार गोल आहे (सपाट नाही), असे आर्यभट्ट यांनी मांडले. त्यांनी पृथ्वीच्या परिघाची गणना अतिशय अचूकपणे केली होती.
- **ताऱ्यांची सापेक्ष गती:** त्यांनी ताऱ्यांच्या आभासी गतीबद्दल एक क्रांतिकारी सिद्धांत मांडला. त्यांनी सांगितले की, ज्याप्रमाणे नौकेतून प्रवास करणाऱ्या व्यक्तीला झाडे मागे जाताना दिसतात, त्याचप्रमाणे पृथ्वीच्या प्रत्यक्ष गतीमुळे आपल्याला तारे फिरताना दिसतात.
- **शून्य आणि स्थानिक किंमत पद्धत:** आर्यभट्ट यांनी स्थानिक किंमत पद्धतीवर (Place value system) विस्तृत काम केले. त्यांनी शून्य हे एक चिन्ह आणि गणिताची संकल्पना अशा दोन्ही प्रकारे वापरले, जे आधुनिक अंकगणितासाठी मूलभूत ठरले.

वराहमिहिर आणि खगोलशास्त्रीय ज्ञानाचे संकलन

गुप्त राजवटीत (505-587 CE) अवंती प्रदेशात राहणाऱ्या वराहमिहिर यांनी त्यांच्या काळातील वैज्ञानिक ज्ञानाचे एकत्रीकरण आणि विस्तार केला.

- **पाच सिद्धांत (पंचसिद्धांतिका):** त्यांनी त्या काळातील पाच खगोलशास्त्रीय प्रणालींचे सारांश दिले: सूर्य, रोमक, पुलिश, वशिष्ठ आणि पैतामह सिद्धांत.
- **त्रिकोणमितीय अचूकता:** त्यांनी आर्यभट्ट यांनी दिलेल्या 'साइन' (Sine) कोष्टकांच्या अचूकतेत मोठी सुधारणा केली आणि जटिल त्रिकोणमितीय सूत्रे विकसित केली.
- **प्रकाश आणि प्रकाशशास्त्र (Optics):** वराहमिहिर यांनी विषुववृत्ताचे सरकणे (Shifting of equinoxes) आणि प्रकाशाचे विखुरणे (Scattering of light) यांसारख्या भौतिक घटनांचे स्पष्टीकरण दिले.
- **भूकंपशास्त्र आणि जलशास्त्र:** त्यांच्या 'बृहत् संहिता' या ग्रंथामध्ये त्यांनी भूकंपाचे सुरुवातीचे सिद्धांत मांडले. वाळवीची उपस्थिती जमिनीखालील पाण्याचे अस्तित्व दर्शवू शकते, हे त्यांनी स्पष्ट केले. हे तंत्र आजही आधुनिक भूगर्भशास्त्रज्ञांसाठी कुतूहलाचा विषय आहे.
- **ज्योतिषशास्त्रीय कार्य:** ते 'बृहत् जातक' चे लेखक देखील होते, ज्यामध्ये त्यांनी गणितीय अचूकतेद्वारे खगोलीय हालचालींचा मानवी जीवनाशी संबंध जोडला.

मध्ययुगीन

मध्ययुगीन गणितज्ञ: भास्कर पहिले आणि भास्कर दुसरे

गणिताची ही परंपरा मध्ययुगीन काळातही सुरू राहिली आणि प्राचीन शोध व आधुनिक कलन (Calculus) यांच्यातील दुवा म्हणून काम केले.

- **भास्कर पहिले (600-680 CE):** हे असे गणितज्ञ होते ज्यांनी प्रथमच हिंदू दशांश पद्धतीमध्ये शून्यासाठी वर्तुळाचा वापर करून संख्यांची नोंद केली. त्यांनी 'महाभास्करीय' आणि 'लघुभास्करीय' हे ग्रंथ लिहिले.
- **साइन फंक्शनचे अंदाजीकरण:** ते त्यांच्या काळातील 'साइन फंक्शन'चे (Sine function) अद्वितीय आणि तर्कसंगत अंदाजीकरण प्रदान करण्यासाठी प्रसिद्ध आहेत, जे त्या काळासाठी आश्चर्यकारकपणे अचूक होते.
- **भास्कराचार्य / भास्कर दुसरे (1114-1185):** कर्नाटकातील विजापूर येथे जन्मलेले भास्कराचार्य हे 'सिद्धांत शिरोमणी' या अजरामर ग्रंथाचे लेखक आहेत.

- **गणिताचे चार विभाग:** त्यांच्या कामाचे चार भाग आहेत: अंकगणित (लीलावती), बीजगणित (बीजगणित), ग्रहांचे गणित (ग्रहगणित) आणि गोल (गोलाध्याय).
- **आधुनिक कलनाचा पाया:** भास्कराचार्य यांनी डिफरेंशियल कॅल्क्युलस (Differential Calculus) आणि बीजगणिताच्या पायावर काम केले. त्यांनी युरोपियन गणितज्ञांच्या कित्येक शतके आधी अनिश्चित समीकरणांची (Indeterminate equations) उत्तरे शोधली होती.
- **मध्ययुगीन त्रिकोणमिती:** गंगाधर सारख्या इतर विद्वानांनी 'लीलावती करमदीपिका' आणि 'शुद्धांतदीपिका' सारखे ग्रंथ लिहिले, ज्यांनी त्रिकोणमितीय नियमांना अधिक शुद्ध केले.

मध्ययुगीन भारतातील रसायनशास्त्र आणि किमया

700 CE ते 1300 CE या काळात, भारतीय रसायनशास्त्राने—ज्याला सहसा 'रसविद्या' म्हटले जाते—खनिजे आणि धातुशास्त्राच्या अभ्यासामध्ये मोठी प्रगती पाहिली.

- **पारा आणि गंधकाचे प्राबल्य:** या काळात पारा (Mercury) आणि गंधक (Sulphur) या दोन पदार्थांवर मोठ्या प्रमाणावर संशोधन झाले. किमयागिरीतील रूपांतरण आणि औषधोपचारासाठी हे दोन पदार्थ महत्त्वाचे आधारस्तंभ मानले जात असत.
- **नागार्जुन आणि रसरत्नाकर:** भारतीय रसवाद्यांमध्ये (Alchemists) नागार्जुन यांचे स्थान सर्वोच्च आहे. त्यांचा 'रसरत्नाकर' हा ग्रंथ धातूंचे निष्कर्षण (Extraction) आणि औषधी संयुगे तयार करण्यावर आधारित एक पायाभूत मजकूर आहे.
- **महत्त्वाचे मध्ययुगीन ग्रंथ:** इतर महत्त्वाच्या कामांमध्ये वृंद यांचा 'सिद्धयोग' (सुमारे 975 CE) आणि चक्रपाणी दत्त यांचा 'चक्रदत्त' (सुमारे 1050 CE) यांचा समावेश होतो. या ग्रंथांनी रासायनिक ज्ञानाचा आयुर्वेदिक पद्धतीमध्ये अंतर्भाव केला.
- **प्रगत मजकूर:** वाग्भट यांचे 'रसारणव' आणि 'रसरत्नसमुच्चय' हे नंतरचे अत्यंत महत्त्वाचे ग्रंथ आहेत. यामध्ये खनिजांचे शुद्धीकरण आणि रासायनिक उपकरणांच्या बांधणीचे सविस्तर वर्णन केले आहे.
- **सुगंधी रसायनशास्त्र आणि अत्तरनिर्मिती:** 'आईन-इ-अकबरी' मध्ये अकबरच्या अत्तर कार्यालयाच्या नियमावलीची तपशीलवार नोंद आहे. यातून ऊर्ध्वपातन (Distillation) आणि सुगंधी तेलांचे निष्कर्षण करण्याच्या प्रगत तंत्रांचे दर्शन घडते.

मध्ययुगीन खगोलशास्त्र आणि जंतर मंतर

उत्तर मध्ययुगीन काळात विज्ञानाचा वेग काहीसा मंदावलेला असूनही, राजेशाही आश्रय आणि ग्रीक व भारतीय ज्ञानाच्या संयोगामुळे खगोलशास्त्राचे भव्य पुनरुज्जीवन झाले.

- **महेंद्र सुरी आणि यंत्रराज:** फिरोजशाह तुघलक यांच्या दरबारातील खगोलशास्त्रज्ञ महेंद्र सुरी यांनी 'यंत्रराज' विकसित केले. हे एक अष्टपैलू खगोलशास्त्रीय साधन होते, ज्याचा वापर वेळ मोजण्यासाठी आणि खगोलीय निरीक्षणांसाठी केला जात असे.
- **महाराजा सवाई जयसिंग II:** हे 18th व्या शतकातील एक दूरदृष्टी असलेले व्यक्तिमत्व होते. त्यांनी दगडी बांधकामावर आधारित अवाढव्य वेधशाळा बांधून तत्कालीन खगोलशास्त्रीय तक्त्यांचे अद्ययावतीकरण करण्याचा प्रयत्न केला.
- **पाच जंतर मंतर:** त्यांनी दिल्ली, उज्जैन, वाराणसी, मथुरा आणि जयपूर येथे पाच खगोलशास्त्रीय वेधशाळा स्थापन केल्या. तत्कालीन पितळी उपकरणांपेक्षा अधिक अचूक निरीक्षणे मिळवण्यासाठी या वेधशाळांची रचना केली गेली होती.
- **जतन करण्याचे प्रयत्न:** अलीकडच्या काळात डॉ. नंदिवदा रत्नश्री यांच्यासारख्या खगोलशास्त्रज्ञांनी या जंतर मंतरमधील उपकरणांची स्वच्छता, पुनर्संचयित करणे आणि त्याबद्दल जनजागृती करण्यावर लक्ष केंद्रित केले आहे.
- **युनानी तिब्ब पद्धत:** या काळात युनानी वैद्यकीय पद्धतीची देखील भरभराट झाली. अली-बिन रब्बान यांच्या 'फिरदौसू-हिकमत' मध्ये ग्रीक औषधशास्त्रासोबत भारतीय ज्ञानाचा सारांश दिला आहे, तर 'तिब्बी औरंगजेबी' मध्ये आयुर्वेदिक स्रोतांचा अंतर्भाव केला आहे.

भारताचे नोबेल विजेते

20th व्या शतकाच्या सुरुवातीला भारताने आधुनिक विज्ञानाच्या जागतिक पटलावर प्रवेश केला. भारतीय भौतिकशास्त्रज्ञांनी जागतिक दर्जाचे शोध लावले.

सर सी.व्ही. रमण (भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक, 1930):

- **अग्रगण्य कार्य:** त्यांनी प्रकाशाच्या विखुरण्यावर (Scattering of light) क्रांतिकारी संशोधन केले. जेव्हा प्रकाश एखाद्या पारदर्शक पदार्थातून जातो, तेव्हा विखुरलेल्या प्रकाशाची तरंगलांबी बदलते, हे त्यांनी सिद्ध केले.
- **रमण परिणाम (Raman Effect):** ही घटना, जी आता मॉलिक्युलर स्पेक्ट्रोस्कोपीचा (Molecular spectroscopy) पाया आहे, रेणूंनी प्रकाशाचे 'रमण स्कॅटरिंग' केल्यामुळे घडते.

- **वाद्यांचे ध्वनीशास्त्र (Acoustics):** रमण यांनी तबला आणि मृदंग यांसारख्या भारतीय वाद्यांच्या लयबद्ध स्वरूपाचा देखील अभ्यास केला. भारतीय वाद्यांना भौतिकशास्त्राचे कठोर नियम लावणारे ते पहिले व्यक्ती होते.
- **ऐतिहासिक प्रथम:** विज्ञानाच्या कोणत्याही शाखेत नोबेल पारितोषिक मिळवणारे ते पहिले आशियाई आणि पहिले बिगर-श्वेत व्यक्ती होते.

सुब्रमण्यन चंद्रशेखर (भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक, 1983):

- **खगोलभौतिकीय सिद्धांत:** त्यांना ब्लॅक होल्स (कृष्णविवर) आणि ताऱ्यांच्या उत्क्रांतीच्या गणितीय सिद्धांतासाठी या पुरस्काराने सन्मानित करण्यात आले.
- **चंद्रशेखर मर्यादा (Chandrasekhar Limit):** त्यांनी असे सिद्ध केले की, ज्या ताऱ्याचे वस्तुमान सूर्याच्या वस्तुमानापेक्षा 1.44 पट जास्त आहे, अशा ताऱ्याचे रूपांतर 'व्हाईट ड्वार्फ'मध्ये (श्वेत बटू) होणार नाही; त्याऐवजी तो तारा कोलमडून त्याचे रूपांतर 'न्यूट्रॉन स्टार' किंवा 'ब्लॅक होल'मध्ये होईल.
- **विरोधावर मात:** सुरुवातीला त्यांच्या कल्पनांना इंग्रज खगोलशास्त्रज्ञ आर्थर एडिंग्टन यांच्याकडून तीव्र विरोधाचा सामना करावा लागला. या सिद्धांतांना सर्वमान्यता मिळण्यासाठी अनेक वर्षे लागली.
- **शैक्षणिक प्रभाव:** एक लोकप्रिय शिक्षक म्हणून त्यांनी पन्नासपेक्षा जास्त विद्यार्थ्यांना पीएचडीसाठी मार्गदर्शन केले, ज्यामध्ये भविष्यातील नोबेल विजेत्यांचाही समावेश होता.

हर गोविंद खुराना (वैद्यकशास्त्र/शरीरशास्त्र मधील नोबेल पारितोषिक, 1968):

- **अनुवांशिक कोड उलगडणे:** त्यांना अनुवांशिक कोडचा (Genetic code) अर्थ लावणे आणि प्रथिने संश्लेषणातील (Protein synthesis) त्याच्या कार्यावरील संशोधनासाठी पुरस्कार देण्यात आला.
- **कोडॉनचा शोध:** त्यांनी सिद्ध केले की न्यूक्लियोटाइड कोड नेहमी तीनच्या गटात प्रसारित केला जातो, ज्याला 'कोडॉन' म्हणतात. तसेच त्यांनी कोणत्या क्रमिक संयोजनामुळे विशिष्ट अमिनो ॲसिड तयार होतात हे निश्चित केले.
- **DNA संश्लेषण:** खुराना यांनी हे दाखवून दिले की अनुवांशिक कोड सर्व पेशींमधील प्रथिनांच्या संश्लेषणाचे निर्देशन कसे करतो, ज्यामुळे शेवटी जीवनाच्या DNA कोडचे रहस्य उलगडले गेले.

वंकटरमण रामकृष्णन (रसायनशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक, 2009):

- **रायबोसोमल रचना:** 'रायबोसोम' नावाच्या पेशी कणांच्या अणू रचना आणि कार्यावरील संशोधनासाठी त्यांचा गौरव करण्यात आला. हे कण प्रथिनांच्या संश्लेषणात विशेष भूमिका बजावतात.
- **3D तंत्र:** केंब्रिजमधील MRC प्रयोगशाळेत काम करताना, त्यांनी विविध रसायने आणि प्रतिजैविकांना (Antibiotics) रायबोसोम कशी प्रतिक्रिया देतात हे दर्शवण्यासाठी 3D तंत्राचा वापर केला.
- **आंतरराष्ट्रीय मान्यता:** रॉयल सोसायटीचे फेलो आणि 2012 मध्ये 'नार्ईट' पदवीने सन्मानित झालेले रामकृष्णन यांना 2010 मध्ये 'पद्मविभूषण' मिळाले.

आधुनिक भारतीय रसायनशास्त्राचे शिल्पकार

विसाव्या शतकाच्या पहाटे, या शिक्षणतज्ज्ञांनी भारताच्या रासायनिक आणि औषध उद्योगातील स्वावलंबनाचा पाया घातला.

प्रफुल्लचंद्र राय (1861-1944):

- **भारतातील रासायनिक विज्ञानाचे जनक:** ते एक प्रसिद्ध शिक्षणतज्ज्ञ आणि शास्त्रज्ञ होते. त्यांनी 1901 मध्ये 'बंगाल केमिकल्स अँड फार्मास्युटिकल्स' ही भारताची पहिली फार्मास्युटिकल कंपनी अत्यंत कमी संसाधनांच्या मदतीने स्वतःच्या घरातून सुरू केली.
- **नायट्रेट संशोधन:** 'मर्क्युरस नायट्रेट' आणि त्याच्या उपपदार्थावरील त्यांच्या जागतिक स्तरावर मान्यताप्राप्त प्रकाशनांमुळे त्यांची अजैविक रसायनशास्त्रातील (Inorganic chemistry) एक अधिकारी म्हणून ओळख निर्माण झाली.
- **शिक्षणाचा वारसा:** त्यांनी मेघनाद साहा आणि शांती स्वरूप भटनागर यांच्यासारख्या दिग्गज वैज्ञानिकांना प्रेरित केले आणि रसायनशास्त्राची एक 'भारतीय शाळा' (Indian school of chemistry) उभारली.

सर शांती स्वरूप भटनागर (1894-1955):

- **संस्थात्मक शिल्पकार:** त्यांनी वैज्ञानिक आणि औद्योगिक संशोधन परिषद (CSIR) स्थापन करण्यात आणि स्वातंत्र्योत्तर भारताची विज्ञान धोरणे आखण्यात मोठी भूमिका बजावली.
- **उपयोजित रसायनशास्त्र:** त्यांनी उपयोजित आणि औद्योगिक रसायनशास्त्रात, विशेषतः मॅग्नेटोकेमिस्ट्री (Magnetochemistry) आणि इमल्शनच्या (Emulsions) क्षेत्रात उल्लेखनीय कार्य केले.
- **विज्ञान धोरण:** भाभा आणि साराभाई यांच्यासोबत त्यांनी भारतातील मूलभूत संशोधनासाठी पायाभूत सुविधा निर्माण करण्यात मदत केली.

सी.एन.आर. राव:

- **सॉलिड स्टेट केमिस्ट्री:** स्ट्रक्चरल आणि सॉलिड-स्टेट केमिस्ट्रीमधील कामासाठी त्यांची जगभरात ओळख आहे. त्यांनी केमिकल स्पेक्ट्रोस्कोपी, पृष्ठभाग रसायनशास्त्र (Surface chemistry) आणि उच्च-तापमान सुपरकंडक्टिव्हिटीमध्ये महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे.

आधुनिक प्रणेते

1920 आणि 1930 च्या दशकातील भारतीय भौतिकशास्त्रज्ञांनी असे मूळ योगदान दिले आहे, जे आजही आधुनिक क्वांटम मेकॅनिक्स आणि सामान्य सापेक्षतावादाचा (General Relativity) मूलभूत आधार आहे.

सत्येंद्र नाथ बोस (1894–1974):

- **क्वांटम मेकॅनिक्स:** ते 'बोस-आइन्स्टाईन सांख्यिकी' (Bose-Einstein Statistics) आणि 'बोस-आइन्स्टाईन कंडेन्सेट्स' सिद्धांतासाठी सर्वाधिक प्रसिद्ध आहेत.
- **प्लँकचा नियम:** त्यांनी प्लँकच्या रेडिएशन नियमाची एक नवीन मांडणी केली होती. त्यांनी हे संशोधन अल्बर्ट आइन्स्टाईन यांना पाठवले होते. आइन्स्टाईन यांनी त्याचे जर्मन भाषेत भाषांतर केले आणि 1924 मध्ये ते प्रकाशित केले.
- **द बोसॉन (The Boson):** क्वांटम भौतिकशास्त्रातील त्यांच्या कार्याचा गौरव करण्यासाठी पॉल डिरॅक यांनी उपअणु कणांच्या एका वर्गाला 'बोसॉन्स' (Bosons) असे नाव दिले.

मेघनाद साहा (1893–1956):

- **साहा समीकरण:** त्यांनी 1920 मध्ये मूलद्रव्यांच्या थर्मल आयोनायझेशनचे (Thermal Ionisation) स्पष्टीकरण देण्यासाठी हे समीकरण विकसित केले. हे समीकरण ताऱ्यांच्या वर्णपटाचे (Spectra) विश्लेषण करण्यासाठी एक मूलभूत साधन बनले.
- **खगोलभौतिकीय प्रभाव:** त्यांच्या या सिद्धांतामुळे शास्त्रज्ञांना ताऱ्यांच्या वर्णपटाचा अभ्यास करून त्यांचे तापमान आणि आयोनायझेशनची स्थिती ठरवणे शक्य झाले. हा आधुनिक खगोलभौतिकीचा एक पाया आहे.
- **सामाजिक अभियांत्रिकी:** ते भारतातील नदी नियोजनाचे मुख्य शिल्पकार होते. त्यांनी **दामोदर व्हॅली प्रकल्पाचा** मूळ आराखडा तयार केला होता.

अमल कुमार रायचौधुरी (1923–2005):

- **रायचौधुरी समीकरण:** त्यांनी सामान्य सापेक्षतावादाचे एक समीकरण तयार केले. हे समीकरण असे दर्शवते की 'सिंग्युलॅरिटी' (जसे की ब्लॅक होल्स) निर्माण होणे अपरिहार्य आहे. हे समीकरण पेनरोझ-हॉकिंग सिंग्युलॅरिटी सिद्धांतातील एक मुख्य घटक आहे.

श्रीनिवास रामानुजन

शुद्ध गणिताचे कोणतेही औपचारिक शिक्षण नसतानाही, रामानुजन यांच्या कार्यामुळे आजही एक शतकानंतर गणितातील संशोधनाला प्रेरणा मिळत आहे.

- **गणितीय योगदान:** त्यांनी संख्यांच्या विश्लेषणात्मक सिद्धांतात मोठे योगदान दिले. त्यांनी इलिप्टिक फंक्शन्स (Elliptic functions), कंटिन्यूड फ्रॅक्शन्स (Continued fractions) आणि अनंत श्रेणी (Infinite series) यावर काम केले.
- **हार्डी-रामानुजन भागीदारी:** केंब्रिजमधील जी.एच. हार्डी यांनी रामानुजन यांच्या कार्याला जागतिक प्रसिद्धी मिळवून दिली. त्यांच्या अप्रकाशित वहांनी जगातील सर्वोत्तम गणिती मेंदूंना अनेक दशकांपासून व्यस्त ठेवले आहे.
- **वारसा:** त्यांना 20th व्या शतकातील सर्वात महान गणितज्ञ मानले जाते. त्यांचा जन्मदिवस (December 22) भारतात **राष्ट्रीय गणित दिवस** म्हणून साजरा केला जातो.

सर मोक्षगुंडम विश्वेश्वरैया (1861–1962):

- **आधुनिक अभियांत्रिकीचे शिल्पकार:** ते मांड्या येथील **कृष्ण राजा सागर धरणाचे** मुख्य शिल्पकार होते. त्यांनी 'स्वयंचलित स्लुइस गेट्स' (Automatic sluice gates) आणि 'ब्लॉक इरिगेशन सिस्टिम्स'चा शोध लावला.
- **मुत्सद्दीपणा:** त्यांनी म्हैसूरचे दिवाण म्हणून काम पाहिले. अभियांत्रिकी आणि शिक्षण क्षेत्रातील त्यांच्या अखंड कार्याबद्दल त्यांना 'भारत रत्न' प्रदान करण्यात आला. त्यांचा जन्मदिवस (September 15) **अभियंता दिवस** म्हणून साजरा केला जातो.

जगदीश चंद्र बोस (1858–1937):

- **बिनतारी संवाद (Wireless Communication):** 1895 मध्ये, मार्कोनीच्या दोन वर्षे आधी, त्यांनी रेडिओ लहरींचा वापर करून दूरवरून घंटा वाजवणे आणि दारूगोळा फोडणे अशा प्रकारे बिनतारी संवादाचे प्रात्यक्षिक दाखवले होते.
- **मायक्रोवेव्ह प्रणेते:** त्यांनी वेव्हाईड्स (Waveguides), हॉर्न अँटेना आणि पोलरायझर्स यांसारख्या घटकांचा शोध लावला. यामुळे त्यांना मायक्रोवेव्ह ऑप्टिक्सचे प्रणेते मानले जाते.

बिरबल सहानी (1891–1949):

- **पॅलिओबोटनी (पुरावनस्पतीशास्त्र):** ते भारतीय उपखंडातील जीवाश्मांच्या (Fossils) अभ्यासातील प्रणेते होते. त्यांनी लखनौ येथे 'बिरबल सहानी इन्स्टिट्यूट ऑफ पॅलिओबोटनी' ची स्थापना केली.
- **पुरस्कार:** 1936 मध्ये 'फेलो ऑफ द रॉयल सोसायटी' (FRS) म्हणून निवडून आलेले ते पहिले भारतीय वनस्पतिशास्त्रज्ञ होते.

डॉ. होमी जहांगीर भाभा

डॉ. भाभा हे **भारतीय अणुसंशोधन कार्यक्रमाचे** जनक होते. शांततामय कारणांसाठी ऊर्जेचा वापर आणि धोरणात्मक प्रतिबंध (Strategic deterrence) यावर लक्ष केंद्रित करून त्यांनी भारताला अण्वस्त्र क्षमता प्राप्त करून दिली.

- **तीन टप्प्यांचा अणु कार्यक्रम:** भारताकडील थोरियमच्या प्रचंड साठ्याचा वापर करण्यासाठी भाभा यांनी 1950 च्या दशकात एक विशेष योजना तयार केली. यामध्ये प्रेशराइज्ड हेवी-वॉटर रिअॅक्टर आणि फास्ट ब्रीडर रिअॅक्टरच्या माध्यमातून प्रगती करण्याचे नियोजन होते.
- **संस्थात्मक विकास:** त्यांनी 1954 मध्ये अॅटॉमिक एनर्जी एस्टॅब्लिशमेंटची स्थापना केली (ज्याचे नंतर **भाभा अॅटॉमिक रिसर्च सेंटर - BARC** असे नामकरण झाले). तसेच त्यांनी 'टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च' (TIFR) ची स्थापना केली.
- **अप्सरा (1956):** त्यांच्या नेतृत्वाखाली भारताने 'अप्सरा' हा आशियातील पहिला अणुविखंडन रिअॅक्टर विकसित केला. यामुळे देशाच्या अणुऊर्जा युगाची औपचारिक सुरुवात झाली.
- **अष्टपैलू व्यक्तिमत्व:** विज्ञानापलीकडे भाभा हे एक बहुआयामी व्यक्तिमत्व होते. त्यांना संगीत आणि चित्रकलेची आवड होती. त्यांची चित्रे ब्रिटिश आर्ट गॅलरीमध्ये प्रदर्शित केली आहेत आणि TIFR मधील कलासंग्रह हा भारतातील समकालीन कलेचा सर्वोत्तम संग्रह मानला जातो.
- **वारसा:** त्यांच्या प्रयत्नांमुळे भारताला जागतिक स्तरावर उच्च स्थान राखता आले आणि अनाक्रमक करारांद्वारे संघर्ष टाळणे शक्य झाले.

विक्रम साराभाई: भारतीय अंतराळ कार्यक्रमाचे जनक

एखाद्या विकसनशील देशातील प्रत्यक्ष समस्या सोडवण्यासाठी प्रगत अंतराळ तंत्रज्ञानाचा वापर करण्याचे स्वप्न विक्रम साराभाई यांनी पाहिले होते.

- **संस्थात्मक पाया:** त्यांनी 1962 मध्ये 'इंडियन नॅशनल कमिटी फॉर स्पेस रिसर्च' (INCOSPAR) ची स्थापना केली, जिचे 1969 मध्ये 'इंडियन स्पेस रिसर्च ऑर्गनायझेशन' (ISRO) असे नामकरण झाले.
- **SITE प्रकल्प (1975-76):** त्यांनी 'सॅटेलाइट इंस्ट्रक्शनल टेलिव्हिजन एक्सपेरिमेंट' सुरू केला. याद्वारे त्यांनी भारतातील 2,400 गावांपर्यंत शैक्षणिक टेलिव्हिजन पोहोचवले आणि 50 लाख लोकांपर्यंत संपर्क साधला.
- **स्वदेशी रॉकेट तंत्रज्ञान:** त्यांनी 1963 मध्ये तिरुवनंतपुरम येथील थुंबा येथे भारताची पहिली रॉकेट प्रक्षेपण सुविधा स्थापन केली. यामुळे देशाच्या रॉकेट युगाची सुरुवात झाली.

- **आर्यभट्ट (1975):** भारताचा पहिला उपग्रह ही त्यांनी आखलेल्या अनेक प्रकल्पांपैकी एक होता. जरी तो त्यांच्या मृत्यूनंतर प्रक्षेपित झाला असला, तरी तो त्यांच्या दूरदृष्टीचा पुरावा आहे.
- **सामाजिक-सांस्कृतिक प्रभाव:** विज्ञान आणि संस्कृतीची प्रगती एकत्र झाली पाहिजे या विश्वासातून त्यांनी त्यांच्या पत्नी मृणालिनी साराभाई यांच्यासह 'दर्पणा' परफॉर्मिंग आर्ट्स अकॅडमीची स्थापना केली.

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम: भारताचे मिसाईल मॅन

डॉ. कलाम यांची ओळख एक प्रेरणादायी नेता म्हणून आहे, ज्यांनी भारताच्या अंतराळ कौशल्याचे रूपांतर एका सामर्थ्यवान संरक्षण क्षमतेत केले.

- **SLV-III आणि उपग्रह प्रक्षेपण:** 1970 आणि 80 च्या दशकात त्यांनी भारताचे पहिले स्वदेशी सॅटेलाइट लॉन्च व्हेईकल (SLV-III) विकसित करण्याच्या प्रकल्पाचे यशस्वी नेतृत्व केले, ज्याने रोहिणी उपग्रह प्रक्षेपित केला.
- **इंटीग्रेटेड गायडेड मिसाईल डेव्हलपमेंट प्रोग्राम (IGMDP):** त्यांच्या नेतृत्वाखाली भारताने धोरणात्मक अग्नी (IRBM) आणि पृथ्वी या क्षेपणास्त्रांसह आकाश, त्रिशूल आणि नाग अशी अनेक क्षेपणास्त्रे विकसित केली.
- **पोखरण-II (1998):** पाच आण्विक उपकरणांच्या चाचणीदरम्यान कलाम यांनी मुख्य प्रकल्प समन्वयक म्हणून काम केले. यामुळे त्यांना देशातील सर्वोच्च अणुशास्त्रज्ञ आणि धोरणात्मक शक्तीचे जागतिक प्रतीक म्हणून ओळख मिळाली.
- **भारताचे 11 वे राष्ट्रपती:** 2002 ते 2007 या काळात राष्ट्रपती म्हणून सेवा देताना त्यांनी 'इंडिया 2020' चा प्रचार केला. भारताला तंत्रज्ञानाच्या माध्यमातून विकसित महासत्ता बनवण्याचे हे त्यांचे स्वप्न होते.
- **संशोधन आणि अध्यापन:** राष्ट्रपती पदानंतर त्यांनी विविध IIM आणि IIT मध्ये माहिती तंत्रज्ञान आणि एरोस्पेस अभियांत्रिकीचे अध्यापन केले. त्यांनी त्यांच्या शेवटच्या क्षणापर्यंत ज्ञानदानाचे कार्य केले.

धोरणात्मक वृद्धीमधील प्रमुख सहयोगी

- **डॉ. राजा रामण्णा:** ते एक प्रख्यात भौतिकशास्त्रज्ञ आणि भाभा यांच्यानंतरच्या 'भारतीय अणु कार्यक्रमाचे जनक' होते. त्यांनी BARC चे नेतृत्व केले आणि 1974 च्या 'स्माइलिंग बुद्धा' या अणुचाचणीत महत्त्वाची भूमिका बजावली.
- **डॉ. अनिल काकोडकर:** हे एक प्रतिष्ठित अणुशास्त्रज्ञ आहेत. त्यांनी अणुऊर्जा आयोगाचे अध्यक्ष म्हणून काम पाहिले आहे. भारताची अणुऊर्जा सुरक्षा आणि आंतरराष्ट्रीय करारांमध्ये त्यांनी मोलाची भूमिका बजावली.

- डॉ. ए. शिवथानु पिल्लई: हे 'ब्रह्मोस' (BrahMOS) या संयुक्त उपक्रमामागील मुख्य विचारवंत होते. त्यांनी जगातील सर्वात वेगवान सुपरसॉनिक कूझ क्षेपणास्त्र तयार केले आणि बॅलिस्टिक प्रणालीमध्ये भारताचे स्वावलंबन निश्चित केले.
- एस. सोमनाथ: अंतराळ विभागाचे वर्तमान सचिव म्हणून ते चंद्रयान-3 आणि गगनयान सारख्या महत्वाकांक्षी मोहिमांचे पर्यवेक्षण करत आहेत. तंत्रज्ञान निर्माण करणारा देश म्हणून त्यांनी भारताची ओळख निर्माण केली आहे.

एक मोठी झेप: भारताचे आधुनिक अंतराळ प्रयत्न

साराभाई यांनी घातलेल्या पायावर उभे राहून, ISRO ने कमी खर्चात आणि उच्च कार्यक्षमता असलेल्या मोहिमांच्या माध्यमातून भारताला NASA आणि ESA सारख्या जागतिक संस्थांच्या बरोबरीने उभे केले आहे.

चंद्रयान मोहिमा (चंद्र शोध):

- चंद्रयान-1 (2008): या मोहिमेने भारताच्या अंतराळ कार्यक्रमाला जगाच्या नकाशावर आणले. चंद्राच्या मातीत पाण्याचे रेणू शोधून काढणे ही या मोहिमेची सर्वात मोठी उपलब्धी होती.
- चंद्रयान-3 (2023): चंद्राच्या दक्षिण ध्रुवाजवळ अंतराळ यान यशस्वीपणे उतरवणारा भारत हा पहिला देश ठरला. हे अचूक अभियांत्रिकीचे एक ऐतिहासिक यश आहे.

मंगळ ऑर्बिटर मिशन (मंगलयान - 2013):

- ISRO च्या 14 शास्त्रज्ञांच्या गटाने या मोहिमेचे दिग्दर्शन केले. पहिल्याच प्रयत्नात मंगळाच्या कक्षेत पोहोचण्याचा जागतिक विक्रम या मोहिमेने केला.
- ही आजवरची सर्वात कमी खर्चात पूर्ण झालेली आंतरग्रहीय मोहीम आहे. यातून भारताची 'काटकसरीतील उत्कृष्टता' (Frugal excellence) सिद्ध झाली आहे.

प्रगत प्रक्षेपण वाहने: भारताने जिओसिंक्रोनस सॅटेलाइट लॉन्च व्हेईकल (GSLV) आणि LVM3 विकसित केले आहे. यामुळे जड दळणवळण उपग्रह प्रक्षेपित करण्याची क्षमता भारताला प्राप्त झाली.

एकाच उड्डाणात 104 उपग्रह (2017): PSLV-C37 ने एकाच वेळी 104 उपग्रह कक्षेत यशस्वीपणे प्रस्थापित केले. व्यावसायिक अंतराळ प्रक्षेपणामध्ये यामुळे भारताची अतुलनीय विश्वासार्हता आणि कार्यक्षमता दिसून आली.

आदित्य-L1 आणि गगनयान: आदित्य-L1 (2023) ही सूर्याचा अभ्यास करणारी पहिली अंतराळ-आधारित मोहीम आहे, तर सुरू असलेल्या गगनयान प्रकल्पाचे उद्दिष्ट तीन व्यक्तींच्या कूला पृथ्वीच्या खालच्या कक्षेत (Low Earth Orbit) पाठवणे हे आहे.

संगणकीय सार्वभौमत्व: सुपरकॉम्प्युटिंग क्रांती

1990 च्या दशकात जेव्हा भारतावर तांत्रिक निर्बंध लादले गेले, तेव्हा भारताने स्वतःची उच्च-कार्यक्षमता असलेली संगणकीय पायाभूत सुविधा उभारून त्याला उत्तर दिले.

विजय पी. भाटकर आणि परम 8000:

- त्यांनी सेंटर फॉर डेव्हलपमेंट ऑफ अॅडव्हान्स्ड कॉम्प्युटिंग (C-DAC) मध्ये स्वदेशी बनावटीचा भारताचा पहिला सुपरकॉम्प्युटर 'परम 8000' (1991) संकल्पित केला आणि तयार केला.
- या कामगिरीमुळे त्या काळी सुपरकॉम्प्युटिंग क्षेत्रात भारत अमेरिकेनंतर दुसऱ्या क्रमांकावर पोहोचला होता.

नॅशनल सुपरकॉम्प्युटिंग मिशन (NSM):

- परम शिवय, परम शक्ति आणि परम ब्रह्मा यांसारख्या स्वदेशी सुपरकॉम्प्युटर्सच्या निर्मितीसह भारत या क्षेत्रात वेगाने अग्रेसर होत आहे.

स्वदेशी सर्व्हर: भारताचा पहिला स्वदेशी सर्व्हर 'रुद्र' (RUDRA) विकसित झाल्यामुळे देशाचे डिजिटल हार्डवेअरमधील स्वावलंबन अधिक सुरक्षित झाले आहे.

अलीकडील मानबिंदूना श्रद्धांजली: खगोलभौतिकी आणि वातावरणीय विज्ञान

प्रा. शशिकुमार मधुसूदन चित्रे (1936-2021):

- "सूर्याशी असलेले आयुष्यभराचे नाते" यासाठी ते ओळखले जात असत. त्यांनी फ्रेड हॉयल यांच्या मार्गदर्शनाखाली त्यांची पीएचडी (PhD) मिळवली होती आणि केंब्रिजमध्ये ते स्टीफन हॉकिंग यांचे शेजारी होते.
- TIFR मध्ये असताना त्यांनी सौर अंतर्भागाच्या 'डिफरेंशियल रोटेशन'चा नकाशा तयार केला आणि सूर्यामधील जड मूलद्रव्यांच्या विपुलतेचे मोजमाप केले.
- 'सेंटर फॉर एक्सलन्स इन बेसिक सायन्सेस' (CEBS) स्थापन करण्यात त्यांनी मोलाची भूमिका बजावली आणि 2012 मध्ये त्यांना पद्मभूषण प्राप्त झाले.

प्रा. रॉडम नरसिंहा (1933-2020):

- ते एक प्रख्यात एरोस्पेस शास्त्रज्ञ होते. फ्लुइड डायनॅमिक्स आणि पॅरेलल प्रोसेसिंगमधील त्यांच्या संशोधनामुळे भारताच्या नागरी विमान वाहतूक आणि तेजस LCA च्या स्वावलंबनाचा मार्ग मोकळा झाला.
- त्यांनी CSIR-NAL चे संचालक म्हणून काम केले आणि प्रक्षेपण वाहनांच्या अपयशाचा तपास करण्यासाठी ISRO ला महत्त्वपूर्ण सहकार्य दिले.

- **पद्मविभूषण** प्राप्त असलेल्या या महान शास्त्रज्ञाच्या निधनामुळे वैज्ञानिक समुदायात जागतिक स्तरावर एक मोठी पोकळी निर्माण झाली आहे.

प्रा. गोविंद स्वरूप (1929–2020):

- ते एक रेडिओ खगोलशास्त्रज्ञ होते ज्यांनी 'टाइप-U' सौर स्फोटकांचा (Solar bursts) शोध लावला आणि गायरो-रेडिएशन मॉडेल विकसित केले.
- त्यांनी 'उटी रेडिओ टेलिस्कोप' (ORT) आणि 'जायंट मीटरवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप' (GMRT) बांधले. या उपकरणांचा वापर आज 31 पेक्षा जास्त देशांतील शास्त्रज्ञ करत आहेत.
- त्यांच्या प्रस्तावामुळेच 'इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स एज्युकेशन अँड रिसर्च' (IISERs) ची स्थापना झाली.

आधुनिक भौतिकशास्त्र आणि अंतराळातील विशेष व्यक्ती

- **आभास मित्रा:** ते एक प्रतिष्ठित खगोलभौतिकशास्त्रज्ञ असून 'बिग बॅंग' आणि 'ब्लॅक होल्स' या विषयातील तज्ज्ञ आहेत. त्यांच्या या संशोधनामुळे ते इंटरनेटवर सर्वाधिक उल्लेख केल्या जाणाऱ्या भारतीय भौतिकशास्त्रज्ञांपैकी एक आहेत.
- **अशोक सेन:** 'स्ट्रिंग थिअरी'मध्ये (String Theory) मूळ योगदान देणाऱ्या जगातील मोजक्या उच्चभू शास्त्रज्ञांपैकी ते एक आहेत. त्यांनी 2012 मध्ये भौतिकशास्त्रातील 'फंडामेंटल प्राईज' जिंकले.
- **व्यंकटरामन रामकृष्णन:** पल्सार्स (Pulsars), आंतरतारकीय ढग आणि दीर्घिकांच्या संरचनेचे रहस्य उलगडण्यासाठी ते आंतरराष्ट्रीय स्तरावर प्रसिद्ध आहेत. त्यांनी अतिशय हलकी विमाने आणि जहाजांची देखील रचना केली.
- **अभय वसंत अष्टेकर:** ते 'लूप क्वांटम ग्रॅव्हिटी' आणि 'लूप क्वांटम कॉस्मॉलॉजी'चे संस्थापक आहेत. त्यांनी सैद्धांतिक भौतिकशास्त्रात 'अष्टेकर व्हेरिअबल्स' तयार केले.

डॉ. व्ही. शांता आणि कर्करोगाविरुद्धचा लढा

- डॉ. व्ही. शांता (1927–2021) यांच्या निधनामुळे भारतीय ऑन्कोलॉजीमधील (कर्करोगशास्त्र) एका युगाचा अंत झाला. त्या हजारो लोकांसाठी आशेचा किरण होत्या. प्रगत वैद्यकीय उपचार हा केवळ श्रीमंतांचा विशेषाधिकार नसावा, याची त्यांनी खात्री केली.
- **उत्कृष्टतेचा वारसा:** नोबेल विजेत्यांच्या कुटुंबात जन्मलेल्या (सी.व्ही. रमण त्यांचे आजोबा आणि एस. चंद्रशेखर त्यांचे काका होते), त्यांनी शुद्ध संशोधनाऐवजी सेवेचा मार्ग निवडला.
- **अड्यार कॅन्सर इन्स्टिट्यूट:** 1955 पासून त्या या संस्थेशी जोडल्या गेल्या होत्या. त्यांनी तिथे संचालक आणि नंतर अध्यक्ष म्हणून काम पाहिले. त्यांनी एका छोट्या रुग्णालयाचे रूपांतर कर्करोग संशोधन आणि उपचारांच्या जागतिक दर्जाच्या केंद्रात केले.

- **परवडणारे उपचार:** कर्करोग उपचार परवडणारे करण्यासाठी त्यांनी केलेल्या प्रयत्नांची आंतरराष्ट्रीय स्तरावर दखल घेतली गेली. त्यांचे कार्य प्रामुख्याने रोगाचे लवकर निदान, प्रतिबंध आणि पद्धतशीर अभ्यासावर केंद्रित होते.

- **पुरस्कार:** त्यांना मॅगसेसे पुरस्कार (2005), **पद्मविभूषण** (2016) मिळाले आणि त्या 'नॅशनल अकॅडमी ऑफ मेडिकल सायन्सेस'च्या फेलो म्हणून निवडून आल्या होत्या.

रेण्वीय जीवशास्त्र आणि अनुवांशिक क्रांती

भारताने जीवनाच्या मूलभूत घटकांना समजून घेण्यात, DNA च्या संश्लेषणापासून ते रायबोसोमल रचनांच्या नकाशापर्यंत मोठी प्रगती केली आहे.

डॉ. सुभाष मुखोपाध्याय आणि IVF मधील प्रगती:

- 3 October 1978 रोजी, ते 'दुर्गा' या टेस्ट-ट्यूब बेबीची निर्मिती करणारे भारतातील पहिले (आणि जगातील दुसरे) डॉक्टर बनले.
- सुरुवातीला पाठिंबा न मिळूनही, 'इन विट्रो फर्टिलायझेशन' (IVF) मधील त्यांच्या अग्रगण्य कार्यासाठी त्यांना मरणोत्तर मान्यता मिळाली.

भारतातील DNA फिंगरप्रिंटिंग:

- 1988 मध्ये 'सेंटर फॉर सेल्युलर अँड मॉलिक्युलर बायोलॉजी' (CCMB) द्वारे हे विकसित केले गेले. स्वतःचे DNA फिंगरप्रिंटिंग तंत्र विकसित करणारा भारत हा जगातील तिसरा देश ठरला.
- हे तंत्रज्ञान तेव्हापासून कायदेशीर विवाद, न्यायवैद्यक शास्त्र (Forensics) आणि जीनोम संशोधनात वापरले जात आहे.

जी.एन. रामचंद्रन आणि रामचंद्रन प्लॉट:

- ते 20th व्या शतकातील एक शास्त्रज्ञ होते जे पेप्टाइड्सची संरचना समजून घेण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या 'रामचंद्रन प्लॉट' साठी ओळखले जातात.
- त्यांनी कोलॅजनच्या (Collagen) 'ट्रिपल हेलिकल' रचनेचा लावलेला शोध मॉलिक्युलर बायोफिजिक्स क्षेत्रासाठी मूलभूत ठरला.

डॉ. यल्लाप्रगडा सुबाराव:

- ते सर्वात महान जीवशास्त्रज्ञांपैकी एक होते. त्यांनी पेशीमधील ऊर्जाचे स्रोत म्हणून ATP (adenosine triphosphate) चे कार्य शोधले आणि कर्करोगाच्या उपचारासाठी 'मेथोट्रेक्सेट' (Methotrexate) विकसित केले.

सार्वजनिक आरोग्य आणि वैद्यकीय पायाभूत सुविधा

वैज्ञानिक संशोधन आणि सार्वजनिक धोरण यांच्यातील समन्वयामुळे भारतीयांचे आयुर्मान आणि माता आरोग्यामध्ये मोठी सुधारणा झाली आहे.

- **पोलिओमुक्त भारत (2014):** एका व्यापक लसीकरण मोहिमेद्वारे आणि ग्रामीण लोकसंख्येला शिक्षित करण्याच्या एकत्रित प्रयत्नांमुळे भारताने **पोलिओ** यशस्वीपणे निर्मूलन केले. भारताची लोकसंख्या पाहता एकेकाळी ही गोष्ट अशक्य मानली जात होती.
- **लस उत्पादन:** भारत जगातील सर्वात मोठा **लस उत्पादक** देश म्हणून उदयाला आला आहे. भारताने रोटाव्हायरस (Rotavirus), डेंग्यू, मलेरिया आणि विशेषतः **कोविड-19 (कोवॅक्सिन)** साठी स्वदेशी लसी विकसित केल्या आहेत.
- **महत्वाच्या आकडेवारीवर झालेला परिणाम:** या वैज्ञानिक प्रगतीमुळे भारतीयांचे सरासरी आयुर्मान 1947 मधील 32 वर्षांवरून 2021 मध्ये **69.4 वर्षे** इतके वाढले आहे. तसेच याच काळात माता मृत्यूचे प्रमाण प्रति 100,000 जिवंत जन्मांमागे 2000 वरून **113** पर्यंत कमी झाले आहे.
- **निदान क्षेत्रातील नवकल्पना:** भारताने HIV तपासणीसाठी स्वदेशी किट्स आणि जीवनावश्यक औषधांच्या स्वस्त जेनेरिक आवृत्त्या विकसित केल्या आहेत. यामुळे भारताने **"जगाचे औषधालय"** (Pharmacy of the World) हा किताब मिळवला आहे.

जीवन विज्ञान आणि रसायन शास्त्रातील उल्लेखनीय योगदानकर्ते

- **गणपती थनिकैमनी:** ते एक यशस्वी वनस्पतिशास्त्रज्ञ होते. त्यांनी **पॅलिनोलॉजी** (परागकणांचा अभ्यास) मध्ये मोठे योगदान दिले. त्यांनी ओसाड जमीन आणि खारफुटीच्या (Mangroves) पुनर्वसनाचा पुरस्कार केला.
- **अदिती पंत:** त्या एक प्रख्यात समुद्रशास्त्रज्ञ (Oceanographer) आहेत. त्या 1983 मधील पहिल्या भारतीय **अँटार्क्टिका** मोहिमेचा भाग होत्या. अँटार्क्टिकाला भेट देणाऱ्या त्या पहिल्या भारतीय महिला ठरल्या.
- **अण्णा मणी:** त्या एक भारतीय भौतिकशास्त्रज्ञ आणि हवामानशास्त्रज्ञ होत्या. त्यांनी हवामानशास्त्रीय उपकरणे, सौर विकिरण (Solar radiation) आणि पवन ऊर्जेच्या मोजमापात मोठे योगदान दिले.
- **सुनीत सिंग तुली:** 'डेटाविंड' चे CEO म्हणून त्यांनी **'आकाश'** टॅबलेट लॉंच केला. हा जगातील सर्वात स्वस्त टॅबलेट संगणक होता, ज्याचा उद्देश लाखो विद्यार्थ्यांना डिजिटल सुविधा उपलब्ध करून देणे हा होता.

भूगतिकी आणि भारतीय उपखंडाची उत्क्रांती

भारतीय भूभागाची भौतिक उत्क्रांती समजून घेणे हे राष्ट्रीय संसाधन व्यवस्थापन आणि आपत्ती निवारणासाठी महत्वाचे ठरले आहे. याचे नेतृत्व हिमालयाइतके मोठे कार्य करणाऱ्या विद्वानांनी केले आहे.

प्रा. खड्ग सिंग (के.एस.) वाल्दिया (1937-2020): ते एक आघाडीचे भूगर्भशास्त्रज्ञ आणि शिक्षणतज्ज्ञ होते. हिमालयीन भूगतिकी (Geodynamics) आणि हिमालयाच्या उत्क्रांतीचा इतिहास समजून घेण्यात त्यांनी मोलाची भूमिका बजावली.

- **द मेकिंग ऑफ इंडिया: त्यांनी "The Making of India: Geodynamic Evolution"** हा प्रसिद्ध ग्रंथ लिहिला. यामध्ये त्यांनी गाळ (Sediments) आणि टेक्टोनिक्सवरील त्यांच्या कामाचे संक्षेपण केले आहे.
- **नद्यांवरील संशोधन:** त्यांनी हिमालयीन नद्यांच्या, विशेषतः गंगेच्या उगमस्थानावर आपले संशोधन समर्पित केले. त्यांनी **वाडिया इन्स्टिट्यूट ऑफ हिमालयन जिओलॉजी** सारख्या महत्वाच्या संस्था स्थापन केल्या.
- **पर्यावरण संवर्धन:** 'डीप ओशन मिशन' आणि 'एशिया अँड पॅसिफिक मॅग्नोव्ह प्रोजेक्ट' वरील अलीकडील लक्ष भारताच्या परिसंस्था आणि औद्योगिक विकास यांचा समतोल राखण्याच्या वचनबद्धतेचे दर्शन घडवते.

गणितीय उत्कृष्टता आणि उच्च प्रशासन

आधुनिक भारतीय गणिताने अल्जेब्रिक जिओमेट्री आणि रिप्रेझेंटेशन थिअरी यांसारख्या विशेष क्षेत्रांमध्ये प्रवेश केला आहे. याचे नेतृत्व अशा व्यक्तींनी केले आहे ज्यांनी देशाच्या शैक्षणिक पायाभूत सुविधांची उभारणी देखील केली.

- **प्रा. एम.एस. नरसिंहन (1932-2021):** ते एक प्रख्यात गणितज्ञ होते. त्यांनी **'नरसिंहन-शेषाद्री प्रमेय'** सह-विकसित केले, ज्याचा भौतिकशास्त्रातील 'गेज थिअरी' आणि 'कन्फॉर्मल फील्ड थिअरी'मध्ये मोठा उपयोग होतो.
- **संस्थात्मक नेतृत्व:** ते नॅशनल बोर्ड फॉर हायर मॅथेमॅटिक्सचे पहिले अध्यक्ष होते. TIFR ला गणिताचे जागतिक दर्जाचे केंद्र म्हणून विकसित करण्यात त्यांनी महत्वाची भूमिका बजावली.
- **प्रा. मुनिरत्न आनंदकृष्णन (1928-2021):** ते एक अभियंता आणि विज्ञान प्रशासक होते. त्यांनी IIT कानपूरचे अध्यक्ष म्हणून काम पाहिले आणि माहिती तंत्रज्ञान व ई-गव्हर्नन्सचे ते मुख्य सल्लागार होते.
- **हरीश-चंद्र:** ते भौतिकशास्त्रज्ञ होते जे नंतर गणितज्ञ बनले. त्यांनी रिप्रेझेंटेशन थिअरी आणि 'सेमि-सिम्पल लाय ग्रुप्स' वरील हार्मोनिक विश्लेषणात मूलभूत कार्य केले. यामुळे गणितीय भौतिकशास्त्रातील आधुनिक कामाचा पाया रचला गेला.

- **मंजुल भार्गव:** या उच्चभू यादीतील ते अलीकडील नाव आहेत. संख्याशास्त्रातील (Number theory) त्यांच्या योगदानाबद्दल त्यांनी 'फील्ड्स मेडल' जिंकले आहे.

डिजिटल सीमा: उदयोन्मुख तंत्रज्ञान

भारत जेव्हा आपल्या शताब्दीकडे (@100) वाटचाल करत आहे, तेव्हा त्याचे लक्ष चौथ्या औद्योगिक क्रांतीकडे आणि माहितीच्या लोकशाहीकरणाकडे वळले आहे.

- **राष्ट्रीय मोहिमा:** भारताने आपले डिजिटल भविष्य सुरक्षित करण्यासाठी 'नॅशनल मिशन ऑन क्वांटम टेक्नॉलॉजीज अँड ॲप्लिकेशन्स' आणि 'नॅशनल ब्लॉकचेन फ्रेमवर्क' लॉंच केले आहे.
- **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI):** MeitY चा उदयोन्मुख तंत्रज्ञान विभाग आरोग्य सेवा, कृषी आणि शिक्षण क्षेत्रात बदल घडवून आणण्यासाठी AI आणि मशीन लर्निंगला प्रोत्साहन देत आहे.
- **नवनिर्मिती परिसंस्था:** अटल इनोव्हेशन मिशन आणि iDEX (डिफेन्स एक्सलन्ससाठी नवनवीन शोध) कार्यक्रमाने जगातील **तिसऱ्या क्रमांकाची** सर्वात मोठी स्टार्ट-अप परिसंस्था जोपासली आहे.
- **दूरसंचार क्रांती:** सॅम पित्रोदा यांच्या पिवळ्या बोर्डच्या PCO पासून ते 5G आणि ऑप्टिकल फायबर नेटवर्कच्या आधुनिक विस्तारापर्यंत, भारताने ग्रामीण-शहरी डिजिटल दरी कमी केली आहे.
- **IVA आणि ईमेल:** शिवा अय्यादुराई यांचा उल्लेख करणे आवश्यक आहे, ज्यांनी 1979 मध्ये विद्यार्थी असताना कार्यालयांतर्गत पत्रांसाठी पहिली **ईमेल (Email)** प्रणाली शोधली.

धोरणात्मक स्वदेशीकरण

प्रकल्प/तंत्रज्ञान	प्रमुख व्यक्तिमत्व	उद्दिष्ट
ब्रह्मोस क्षेपणास्त्र	डॉ. ए. शिवथानु पिल्लई	जगातील सर्वात वेगवान सुपरसॉनिक कूझ क्षेपणास्त्र संयुक्त उपक्रम.
तेजस LCA	डॉ. कोटी हरिनारायण	स्वदेशी चौथी पिढी हलके लढाऊ विमान.
फायबर ऑप्टिक्स	नरिंदर सिंग कपानी	हाय-स्पीड डेटा आणि लेझर सर्जरीमध्ये क्रांती.
परम सुपरकॉम्प्युटर	विजय पी. भाटकर	हाय-पॉवर कॉम्प्युटिंगमध्ये राष्ट्रीय सार्वभौमत्व.
अणु कार्यक्रम	डॉ. श्रीकुमार बॅनर्जी	अणुऊर्जा आणि धोरणात्मक प्रतिबंधासाठी नेतृत्व.

भारताचा वैज्ञानिक प्रवास हा लवचिकता आणि तर्कसंगत वृत्तीचा प्रवास आहे. हा प्रवास प्राचीन गणितीय ज्ञानाला आधुनिक धोरणात्मक स्वावलंबनाशी जोडतो. वैज्ञानिक वृत्तीला संस्थात्मक रूप देऊन आणि अणु, अंतराळ व डिजिटल क्षेत्रात स्वदेशी नवकल्पनांना प्रोत्साहन देऊन भारताने जागतिक नेत्याचे स्थान निश्चित केले आहे. देश जसा '**अमृत काळ**' मधून प्रगती करत आहे, तसे सर्वांसाठी शाश्वत, **आत्मनिर्भर** आणि तंत्रज्ञानाने प्रगत भविष्य मिळवण्यासाठी विज्ञान हाच प्राथमिक चालक राहील.

तंत्रज्ञानाचे स्वदेशीकरण आणि नवीन

तंत्रज्ञानाचा विकास

आधुनिक जागतिकीकरणाच्या युगात कोणत्याही राष्ट्राची आर्थिक शक्ती, धोरणात्मक स्वायत्तता आणि विकासाचा मार्ग हा मुख्यत्वे त्या देशाच्या तांत्रिक क्षमतेवर अवलंबून असतो. **तंत्रज्ञानाचे स्वदेशीकरण** म्हणजे देशांतर्गत संसाधने आणि कौशल्यांचा वापर करून तांत्रिक उपाय शोधणे, विकसित करणे, त्यांचे उत्पादन करणे आणि देखभाल व आधुनिकीकरण करणे होय. ही प्रक्रिया तंत्रज्ञानासाठी दुसऱ्यावर अवलंबून राहण्याऐवजी स्वावलंबन आणि नाविन्यपूर्ण नेतृत्वाकडे जाणारा एक महत्त्वाचा बदल दर्शवते.

भारतासारख्या विकसनशील देशासाठी स्वदेशीकरण ही केवळ आर्थिक निवड नसून ती एक **धोरणात्मक गरज** आहे. परकीय तंत्रज्ञानावर सतत अवलंबून राहिल्यामुळे राष्ट्रीय सुरक्षा, डेटा सार्वभौमत्व, खर्च आणि दीर्घकालीन लवचिकता या बाबींशी तडजोड होऊ शकते. जेव्हा एखादा देश स्वतःची तांत्रिक क्षमता विकसित करतो, तेव्हा तो नाविन्यपूर्ण संकल्पना आत्मसात करू शकतो. हे तंत्रज्ञान स्थानिक सामाजिक-आर्थिक परिस्थितीनुसार बदलता येते आणि नवीन तंत्रज्ञान विकसित करण्याचा पाया रचता येतो. पर्यायाने, स्वदेशीकरण हे शाश्वत नाविन्यपूर्णतेचे अग्रदूत ठरते. स्वातंत्र्यापासून भारताचा हा प्रवास कृषी, उद्योग, आयसीटी (ICT), आरोग्यसेवा, अंतराळ आणि संरक्षण अशा विविध क्षेत्रांतून विकसित झाला आहे. हा प्रवास '**मेक इन इंडिया**', '**टेक्नॉलॉजी व्हिजन 2020**', '**टेक्नॉलॉजी व्हिजन 2035**' आणि '**विकसित भारत**' यांसारख्या राष्ट्रीय उद्दिष्टांशी सुसंगत आहे.

संकल्पनात्मक पाया: स्वदेशी तंत्रज्ञान आणि

स्वदेशीकरण समजून घेणे

स्वदेशी तंत्रज्ञान: संकल्पनात्मक अर्थ

- स्वदेशी तंत्रज्ञान म्हणजे अशी तांत्रिक ज्ञान प्रणाली, साधने आणि प्रक्रिया ज्यांची निर्मिती किंवा विकास एका विशिष्ट भौगोलिक, सांस्कृतिक आणि सामाजिक-आर्थिक संदर्भात झाला आहे.