NEXT IAS

विज्ञान और प्रौद्योगिकी

सिविल सेवा परीक्षा 2027

MADE EASY PUBLICATIONS
द्वारा प्रकाशित

MADE EASY Publications Pvt. Ltd.
कॉर्पोरेट कार्यालय: 44-A/4, कालू सराय
(हौज़ ख़ास मेट्रो स्टेशन के निकट), नई दिल्ली-110016
संपर्क सूत्र: 011-45124660, 8860378007
ई-मेल करें: infomep@madeeasy.in
विजिट करें: www.madeeasypublications.org

विज्ञान और प्रौद्योगिकी

© **कॉपीराइट: Made Easy Publications Pvt. Ltd.**

सर्वाधिकार सुरक्षित। इस प्रकाशन के किसी भी अंश का प्रतिलिपिकरण, पुनर्मुद्रण, प्रस्तुतीकरण और किसी ऐसे यंत्र में संग्रहण नहीं किया जा सकता, जिससे इसकी पुनर्प्राप्ति की जा सकती हो अथवा इसका स्थानांतरण, किसी भी रूप में या किसी भी माध्यम (इलेक्ट्रॉनिक, यांत्रिक, फोटो-प्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग या किसी अन्य प्रकार) से उपर्युक्त उल्लिखित प्रकाशक की लिखित पूर्वानुमति के बिना नहीं किया जा सकता है।

प्रथम संस्करण: 2024
द्वितीय संस्करण: 2025
तृतीय संस्करण: 2026

विषयसूची

विज्ञान और प्रौद्योगिकी

अध्याय 1

भारत: विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी
(INDIA: SCIENCE & TECHNOLOGY) 1

1.1 परिचय (Introduction) 1

1.2 आधुनिक भारत में विकास (Developments in Modern India) 1

1.3 सरकारी मंत्रालय और अन्य विभाग (Government Ministries and Other Departments) 2

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Science and Technology: DST) 2

वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग (Department of Scientific and Industrial Research: DSIR) 2

वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (Council of Scientific and Industrial Research: CSIR) 3

जैव-प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Biotechnology: DBT) 3

नाभिकीय ऊर्जा विभाग (Department of Atomic Energy: DAE) 3

अंतरिक्ष विभाग (Department of Space) 4

विज्ञान प्रौद्योगिकी तथा नवाचार सलाहकार परिषद् (PM-STIAC) 4

रक्षा विभाग (Department of Defence) 4

1.4 नीति दस्तावेज (Policy Documents) 5

वैज्ञानिक नीति संकल्प (Scientific Policy Resolution) 1958 5

प्रौद्योगिकी नीति वक्तव्य (Technology Policy Statement) 1983 5

विज्ञान और प्रौद्योगिकी नीति (Science & Technology Policy) 2003 5

विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं नवाचार नीति (Science Technology and Innovation Policy) 2013 6

भारत में नव-प्रवर्तन का दशक (Decade of Innovation in India) 2010-2020 6

विज्ञान प्रौद्योगिकी और नवाचार नीति (Science Technology and Innovation Policy: STIP), 2020 ... 7

1.5 विज्ञान और प्रौद्योगिकी में भारतीय व्यक्तित्व (Indian Gems in Science and Technology) 8

आर्यभट्ट (Aryabhatta) 8

वराहमिहिर (Varahamihira) 9

भास्कराचार्य (Bhaskaracharya) 9

जगदीश चंद्र बसु (Jagadish Chandra Bose) 9

चंद्रशेखर वेंकट रमन (C.V. Raman) 10

होमी भाभा (Homi Bhabha) 10

सत्येंद्र नाथ बोस (S.N. Bose) 11

सुब्रह्मण्यम चंद्रशेखर (S. Chandrashekhar) 11

ए.पी.जे. अब्दुल कलाम (A.P.J Abdul Kalam) 12

हर गोबिंद खुराना (Har Gobind Khorana) 12

श्रीनिवास रामानुजन (Srinivasa Ramanujan) 13

डॉ. शांति स्वरूप भटनागर (Dr. Shanti Swarup Bhatnagar) 13

विक्रम साराभाई (Vikram Sarabhai) 13

चिंतामणि नागेश रामचंद्र राव (C.N.R Rao) 14

डॉ. एम.एस स्वामीनाथन (Dr. M.S Swaminathan) 14

1.6 प्रौद्योगिकी का स्वदेशीकरण (Indigenization of Technology) 15

स्वदेशी ज्ञान और नवाचार (Indigenous Knowledge and Innovations) 15

महत्त्व और संभावनाएँ (Importance and Prospects) 15

राष्ट्रीय नव-प्रवर्तन प्रतिष्ठान (National Innovation Foundation) 16

प्रौद्योगिकी सूचना, पूर्वानुमान और मूल्यांकन परिषद् (Technology Information, Forecasting and Assessment Council) 17

भारत प्रौद्योगिकी विज़न 2020 (India Technology Vision 2020) 17

प्रौद्योगिकी विज़न, 2035 (Technology Vision, 2035) 17

1.7 भारत में अनुसंधान एवं विकास का विस्तार (Expanding R&D in India) 20

आगे की राह (Way Forward) 20

1.8 निष्कर्ष (Conclusion) 22

अध्याय 2

आनुवंशिकी, आण्विक जीव विज्ञान एवं जैव प्रौद्योगिकी

(Genetics, Molecular Biology and Biotechnology)...........24

2.1 परिचय (Introduction) 24

2.2 जीन (Genes) 24

जीन द्वारा निर्धारित लक्षण (Characteristics Determined by Genes).............24

जीन के कार्य (Functions of Genes) 24

आनुवंशिकी (Genetics) 25

डीएनए और आरएनए की तुलना (Comparison of DNA and RNA)..........................25

2.3 आनुवंशिक विकार (Genetic Disorders)..................26

मेंडेलियन विकार (Mendelian Disorder) 27

गुणसूत्र संबंधी विकार (Chromosomal Disorders).....27

2.4 जेनेटिक इंजीनियरिंग (Genetic Engineering).............28

पुन:संयोजक डीएनए प्रौद्योगिकी (Recombinant DNA Technology) 28

जैव सूचना विज्ञान (Bioinformatics) 28

स्तंभ कोशिकाएँ (Stem Cells) 29

DNA की प्रतिकृति (DNA Replication)....................29

अनुलेखन (Transcription)......................................29

अनुवादन/ट्रांसलेशन (Translation).............................30

जीनोम (Genome) 30

ट्रांसक्रिप्टोम (Transcriptome).................................30

ट्रांसजेनिक जीव/आनुवंशिक रूप से संशोधित जीव (Transgenic Organisms/Genetically Modified Organisms)..31

डीएनए फिंगर प्रिंटिंग/मैपिंग/प्रोफाइलिंग (DNA Finger printing/Mapping/Profiling)............31

प्लाज्मिड (Plasmids)...31

जीवाणुभोजी (Bacteriophages)...............................31

समापक बीज (Terminator Seeds) 32

उत्परिवर्तन (Mutation) 32

पृथ्वी जैव-जीनोम परियोजना [Earth Bio-Genome Project (EBP)] 32

2.5 जीनोमिक्स (Genomics) 33

मानव जीनोम परियोजना [Human Genome Project (HGP)].......................33

अनुक्रमण रणनीतियाँ (Sequencing Strategies) 34

डीएनए फिंगर प्रिंटिंग तकनीक (DNA Finger Printing Technique)...35

इंडिजेन परियोजना (IndiGen Project)........................38

जीनोम इंडिया प्रोजेक्ट (Genome India Project).........39

2.5 जैव प्रौद्योगिकी (Biotechnology).............................41

जैव प्रौद्योगिकी की शाखाएँ (Branches of Biotechnology).............................41

2.6 भारत में जैव प्रौद्योगिकी नियामक संस्थाएँ (Biotechnology Regulatory Agencies in India) ...42

जैव प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Biotechnology) 42

जेनेटिक इंजीनियरिंग मूल्यांकन समिति [Genetic Engineering Appraisal Committee (GEAC)] 42

जैव प्रौद्योगिकी नियामक प्राधिकरण विधेयक, 2013 (Biotechnology Regulatory Authority Bill, 2013) .43

स्तंभ कोशिका अनुसंधान के लिए राष्ट्रीय दिशा-निर्देश (National Guidelines for Stem Cell Research)..44

2.7 जैव प्रौद्योगिकी में प्रयुक्त उपकरण (Tools used in Biotechnology)...........................44

एंजाइम (Enzymes)...44

वाहक (Vectors) 44

सक्षम मेजबान (Competent Host)...........................45

वाहक -रहित या प्रत्यक्ष जीन अंतरण (Vector-less or Direct Transfer of Genes)...........45

क्रिस्पर-कैस9 (CRISPR-Cas9)...............................47

2.8 ट्रांसजेनिक फसलें (Transgenic Crops) 48

बीटी. कपास (Bt. Cotton) 48

बीटी. बैंगन (Bt- Brinjal) 49

सुनहरा चावल (Golden Rice).................................50

जीएम सरसों/हाइब्रिड सरसों/डीएमएच-11 (GM Mustard/Hybrid Mustard/ DMH-11) 50

जीएम फसलों के लाभ और हानियाँ (Advantages and Disadvantages of GM Crops) 51

ट्रांसजेनिक फसलों की वैश्विक स्थिति (Global Scenario of transgenic crops) 52

2.9 स्वास्थ्य और चिकित्सा में जैव प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग (Applications of Biotechnology in Health and Medicine) 54

आनुवंशिक रूप से संशोधित इंसुलिन (Genetically Engineered Insulin) 54

जीन थेरेपी (Gene Therapy)..................................55

आण्विक निदान (Molecular Diagnosis)...................56

आनुवंशिक रूप से संशोधित स्टेरॉयड (Genetically Engineered Steroids).....................58

फोरेंसिक मेडिसिन और जेनेटिक इंजीनियरिंग (Forensic Medicine and Genetic Engineering)...58
मोनोक्लोनल एंटीबॉडीज [Monoclonal Antibiotics (MABs)]........................ 60
इंटरफेरॉन (Interferons) 60
इन-विट्रो निषेचन (In-Vitro Fertilization)..................61
स्तंभ कोशिका उपचार (Stem Cell Therapy).............62
थ्री पैरेंट बेबी (Three Parent Baby) 64
हाइब्रिडोमा प्रौद्योगिकी (Hybridoma Technology).......65

2.10 जैव प्रौद्योगिकी और क्लोनिंग (Biotechnology and Cloning).............................65
क्लोनिंग के लाभ (Advantages of Cloning)............65
क्लोनिंग के नुकसान (Disadvantages of Cloning) 66
क्लोनिंग के प्रकार (Types of Cloning) 66
मानव क्लोनिंग और नैतिक दुविधा (Human Cloning and Ethical Dilemma) 67
डीएनए प्रौद्योगिकी (उपयोग और अनुप्रयोग) विनियमन विधेयक, 2019 (The DNA Technology (Use and Application) Regulation Bill, 2019) 68

2.11 पर्यावरणीय जैव प्रौद्योगिकी (Environmental Biotechnology) 69
जैव उपचार (Bioremediation)................................69
पर्यावरणीय डीएनए (Environmental DNA)...............69
जैव उपचार (Phytoremediation)............................69
आयल जैपर (Oil Zapper).......................................70
जैव निक्षालन (Bioleaching)...................................70
जैव संवर्धन (Bioaugmentation) 71
बायोस्पार्जिंग (Biosparging) 71

2.12 बायोसेंसर, बायोमार्कर और बायोसिग्नेचर (Biosensors, Biomarkers and Biosignature).......71
बायोसेंसर (Biosensors)..71
बायोमार्कर (Biomarkers) 71
बायोसिग्नेचर (Biosignature) 72

2.13 जैव प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग (Applications of Biotechnology) 72
पोषक तत्त्व अनुपूरण (Nutrient Supplementation) 72
अजैविक तनाव प्रतिरोध (Abiotic Stress Resistance) 72
औद्योगिक जैव प्रौद्योगिकी (Industrial Biotechnology) 72
मजबूत रेशे (Strength Fibres)................................72
जैव ईंधन (Biofuels) 73
स्वास्थ्य देखभाल (Healthcare) 73
खाद्य प्रसंस्करण (Food Processing) 73
अपशिष्ट से ईंधन (Fuel from Waste).......................73
उपयोगी रसायन और विशेष रसायन (Commodity Chemicals and Specialty Chemicals).................73
उच्च तकनीकी परिष्कृत वस्त्र (Hi-Tech Finishing Fabrics) 73
अपमार्जक प्रोटिएज (Detergent Proteases)...............73
घाव प्रसाधक प्रस्तर (Wound Dressings)..................73

2.14 निष्कर्ष (Conclusion)..73

अध्याय 3

अंतरिक्ष अनुसंधान और प्रौद्योगिकी (Space Research and Technology) 76

3.1 परिचय (Introduction) 76
3.2 कक्षाएँ (Orbits) 76
निम्न भू-कक्षा (Low Earth Orbit – LEO)..................76
मध्यम भू-कक्षा (Medium Earth Orbit – MEO).........76
भू-तुल्यकालिक कक्षा (Geosynchronous Orbit-GSO)...........................77
भू-स्थिर कक्षा (Geostationary Orbit – GEO) 77
अर्ध-तुल्यकालिक कक्षाएँ (Semi-Synchronous Orbits) 77
ध्रुवीय कक्षा (Polar Orbit).......................................78
सूर्य-तुल्यकालिक कक्षा (Sun-Synchronous Orbit – SSO).........................78
स्थानांतरण कक्षा और भू-स्थिर स्थानांतरण कक्षा (Transfer Orbit and Geostationary Transfer Orbit – GTO)..78

3.3 उपग्रह (Satellites)..78
उपग्रहों का आकार (Size of Satellites) 78
उपग्रहों के प्रकार (Types of Satellites)....................79

3.4 भारत के प्रक्षेपण यान कार्यक्रम (Launch Vehicle Programmes of India) 79
उपग्रह प्रक्षेपण यान (Satellite Launch Vehicle – SLV).........................80
संवर्द्धित उपग्रह प्रक्षेपण यान (Augmented Satellite Launch Vehicle – ASLV)...80
ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान (Polar Satellite Launch Vehicle – PSLV) 81
भू-तुल्यकालिक उपग्रह प्रक्षेपण यान (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle – GSLV) 81

पुनर्प्रयोज्य प्रक्षेपण यान – प्रौद्योगिकी डेमोंस्ट्रेटर (Reusable Launch Vehicle - Technology Demonstrator – RLV-TD) 81

3.5 प्रक्षेपण यान के लिए ईंधन (Fuels for Launch Vehicle)....82

ठोस ईंधन (Solid Fuel)....82

तरल ईंधन (Liquid Fuel) 83

हाइब्रिड प्रणोदन (Hybrid Propulsion)....83

क्रायोजेनिक ईंधन (Cryogenic Fuel) 83

अर्ध-क्रायोजेनिक ईंधन (Semi Cryogenic Fuel) 84

आयन प्रणोदन (Ion Propulsion) 84

हरित ईंधन (Green Fuel)....84

3.6 इंजन (Engines) 84

रॉकेट इंजन बनाम जेट इंजन (Rocket Engines vs Jet Engines)....84

रैमजेट इंजन (Ramjet Engine)....85

स्क्रैमजेट इंजन – सुपरसोनिक दहन रैमजेट (Scramjet Engine – Supersonic Combustion Ramjet)....86

उच्च प्रणोद क्रायोजेनिक इंजन (High Thrust Cryogenic Engine)....87

अर्ध-क्रायोजेनिक इंजन-200 (Semi-Cryogenic Engine-200 – SCE-200) 87

3.7 भारत में अंतरिक्ष अनुसंधान (Space Research in India)....87

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन – ISRO (Indian Space Research Organization – ISRO)..87

ISRO की संगठनात्मक संरचना (Organisational Structure of ISRO)....88

ISRO के केंद्र (ISRO Centres) 89

स्वायत्त निकाय (Autonomous Bodies) 90

3.8 भारत का अंतरिक्ष मिशन (India's Space Mission)....93

भारत के आरंभिक उपग्रह (India's Early Satellites)....93

संचार और शैक्षिणिक उपग्रह (Communication and Educational Satellites)....94

भू-अवलोकन उपग्रह (Earth Observation Satellite)...95

नौवहन उपग्रह (Navigation Satellite)....96

अन्य देशों की पोजिशनिंग सैटेलाइट प्रणाली (Positioning Satellite System of Other Countries)....98

ISRO द्वारा सैन्य प्रयोजन के लिए उपग्रह (Satellite for Military Purpose by ISRO) 99

3.9 भारत के हालिया अंतरिक्ष मिशन (India's Recent Space Missions)....99

एस्ट्रोसैट (ASTROSAT)....99

केयर मिशन (CARE Mission) 99

हाइपर-स्पेक्ट्रल इमेजिंग सैटेलाइट (Hyper-Spectral Imaging Satellite – HySIS)....100

ग्रोथ-इंडिया टेलीस्कॉप (GROWTH-India Telescope)....100

कलामसैट-वी2 (Kalamsat-V2) 101

नोवाएसएआर और एस1-4 (NovaSAR and S1-4) 101

चंद्रयान-I मिशन (Chandrayaan-I Mission)....101

चंद्रयान-2 मिशन (Chandrayaan-2 Mission)....102

चंद्रयान-3 (Chandrayaan-3)....104

मिशन के उद्देश्य (Objectives of Mission) 105

लैंडर (Lander) 105

चंद्रयान-3 का महत्त्व (Significance of Chandrayaan-3)....105

आदित्य-L1 मिशन (Aditya-L1 Mission)....105

मंगल ऑर्बिटर मिशन (Mars Orbiter Mission – MOM) 106

जुगनू (Jugnu)....107

3.10 भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम की उपलब्धियाँ (Achievements of India's Space Programme)..108

3.11 ISRO के भविष्य के मिशन और चुनौतियाँ (ISRO's Future Missions and Challenges)....109

शुक्र मिशन/शुक्रयान (Venus Mission/Shukrayaan) 109

गगनयान – मानव अंतरिक्ष उड़ान कार्यक्रम (Gaganyaan – Human Spaceflight Programme) 109

एक्स-रे पोलैरीमेट्री उपग्रह – एक्सपोसैट (X-Ray Polarimetry Satellite – XPoSat)....110

दिशा (DISHA) 110

तृष्णा (TRISHNA)....110

NASA-ISRO सिंथेटिक अपर्चर रडार – निसार (NASA-ISRO Synthetic Aperture Radar – NISAR) 111

भविष्य के मिशनों में चुनौतियाँ (Challenges in Future Missions) 112

3.12 विभिन्न क्षेत्रों में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग (Applications of Space Technology in Different Sectors) 112

कृषि क्षेत्र (Agriculture Sector)....112

रक्षा (Defence)....113

ग्रामीण विकास (Rural Devlopment)....113

आपदा प्रबंधन और सतत् विकास (Disaster Management and Sustainable Development) ..115

भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी आधारित समाधान (Geo-spatial Technology-Based Solutions)....116

3.13 भारत की अंतरिक्ष कूटनीति (Space Diplomacy of India)....117
3.14 अंतरिक्ष विज्ञान और प्रमुख मिशन (Space Science and Major Missions)....117
तारे का जीवनचक्र (Lifecycle of Star)....117
ब्लैक होल और हिग्स बोसॉन (Black Hole and Higgs Boson)....118
स्पेसवॉक (Spacewalk)....119
स्क्वायर किलोमीटर ऐरे (Square Kilometre Array – SKA)....120
गुरुत्वीय तरंगें और LIGO (Gravitational Waves and LIGO)....121
कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (Cosmic Microwave Background – CMB)....124
3.15 अंतरिक्ष कचरा या मलवा (Space Debris)....125
समस्या से निपटने के लिए की गई पहलें (Initiatives Taken to Tackle the Problem)....126
3.16 अंतरिक्ष स्टेशन (Space Stations)....127
अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन – आईएसएस (International Space Station – ISS)....127
3.17 अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष संगठन और उनके मिशन (International Space Organizations and their Missions)....128
नासा (NASA)....128
यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी (European Space Agency – ESA)....131
रॉसकॉसमॉस (ROSCOSMOS)....131
जापान एयरोस्पेस एक्सप्लोरेशन एजेंसी (JAXA)....132
चीन राष्ट्रीय अंतरिक्ष प्रशासन (China National Space Administration – CNSA)132
3.18 भारतीय अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में हालिया विकास (Recent Developments in Indian Space Technology)....132
रेस्पॉंड कार्यक्रम (RESPOND Programme)....132
अंतरिक्ष परिवहन प्रणाली (Space Transport System)....132
भारतीय अंतरिक्ष संघ (Indian Space Association – ISpA)....132
3.19 नई अंतरिक्ष नीति, 2023 (New Space Policy, 2023)....133
परिचय....133
भूमिकाओं का चित्रण (Delineation of Roles)....133
निजी क्षेत्र का प्रवेश (Entry of Private Sector)....133
3.20 भारतीय अंतरिक्ष क्षेत्र का निजीकरण (Privatization of Indian Space Sector):....134
3.21 निष्कर्ष (Conclusion)....135

अध्याय 4

रक्षा अनुसंधान और प्रौद्योगिकी
(DEFENCE RESEARCH AND TECHNOLOGY)....138
4.1 परिचय (Introduction)....138
4.2 भारतीय रक्षा प्रणाली का संगठनात्मक ढाँचा (Organisational Setup of the Indian Defence System)....139
रक्षा मंत्रालय (Ministry of Defence)....139
विभाग (Departments)....139
चीफ ऑफ डिफेंस स्टाफ (Chief of Defence Staff: CDS)....139
रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (Defence Research and Development Organisation – DRDO)....140
भारत में रक्षा अधिग्रहण फ्रेमवर्क (Defence Acquisition Framework in India)....142
रक्षा अधिग्रहण परिषद् (Defence Acquisition Council– DAC)....142
रक्षा उत्पादन एवं निर्यात संवर्द्धन नीति, 2020 का मसौदा (Draft Defence Production and Export Promotion Policy, 2020)....143
रक्षा अधिग्रहण प्रक्रिया (Defence Acquisition Process – DAP), 2020:...143
भारत में रक्षा क्षेत्र में विदेशी प्रत्यक्ष निवेश (FDI in Defence Sector in India):....144
4.3 रक्षा क्षेत्र में तकनीकी विकास (Technological Development in Defence Sector)....146
प्रक्षेपास्त्र प्रणाली (Missile Systems):....146
मिसाइलों का वर्गीकरण (Classification of Missiles):....146
भारत के मिसाइल कार्यक्रम (Missile Programs of India)....148
विश्व की विभिन्न मिसाइल रक्षा प्रणालियाँ (Different Missile Defence System of the World)....153
4.4 नौसेना में प्रौद्योगिकी विकास (Technological Development in Navy)....157
पनडुब्बियाँ (Submarines)....157
भारतीय नौसेना के टॉरपीडो (Indian Navy Torpedos)....160
विमान वाहक पोत (Aircraft Carriers)....160

ध्वंसक तथा फ्रिगेट युद्धपोत (Destroyers and Frigates)....161
अपतटीय गश्ती पोत (Offshore Patrol Vessels – OPV)....162
4.5 भारतीय वायु सेना में प्रौद्योगिकी विकास (Technological Development in Indian Air Force)....162
एयरक्राफ्ट (Aircrafts) 162
विदेशों से क्रय किए गए एयरक्राफ्ट (Aircrafts Bought from Foreign Countries)....163
मानव रहित विमान (Unmanned Aerial Vehicles: UAV)....164
भारतीय वायु सेना में विभिन्न ड्रोन (Various Drones in the Indian Air Force) 166
4.6 रक्षा क्षेत्र में अन्य विकास (Other Developments in Defence Sector)....167
परमाणु-त्रय (Nuclear Triad)....169
4.7 स्टील्थ प्रौद्योगिकी की अवधारणा (Concept of Stealth Technology)....170
4.8 रक्षा में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence in Defence) 170
4.9 इसरो और भारतीय रक्षा क्षेत्र (ISRO and Indian Defence Sector)....171
4.10 निष्कर्ष (Conclusion)....172

अध्याय 5

नाभिकीय अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी (NUCLEAR RESEARCH AND TECHNOLOGY)....174
5.1 परिचय (Introduction) 174
5.2 नाभिकीय शब्दावली (Nuclear Terminologies) 174
नाभिकीय विखंडन (Nuclear Fission) 174
नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion) 174
रेडियोधर्मिता (Radioactivity) 175
नाभिकीय रिएक्टर और उसके घटक (Nuclear Reactor and its components) 175
रेडियोकार्बन डेटिंग (Radiocarbon Dating)....175
कार्बन समस्थानिकों का प्रयोग करके रेडियोकार्बन डेटिंग (Radiocarbon Dating using Carbon Isotopes) 176
न्यूट्रिनो (Neutrinos) 176
5.3 संस्थागत तंत्र (Institutional Set-Up)....177
परमाणु ऊर्जा विभाग (Department of Atomic Energy)....177
परमाणु ऊर्जा नियामक बोर्ड (Atomic Energy Regulatory Board)....177
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (Bhabha Atomic Research Centre) 177
वैश्विक नाभिकीय ऊर्जा साझेदारी केंद्र (Global Centre for Nuclear Energy Partnership-GCNEP)....177
अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी (International Atomic Energy Agency)....178
इंदिरा गाँधी परमाणु अनुसंधान केंद्र (Indira Gandhi Centre for Atomic Research-IGCAR) 178
5.4 भारत का नाभिकीय अनुसंधान कार्यक्रम (India's Nuclear Research Programme) 179
भारतीय नाभिकीय ऊर्जा उत्पादन के चरण (Stages of Indian Nuclear Power Generation) 179
भविष्य की योजना (Future Plan) 179
भारत में नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र (Nuclear Power Plants in India) 181
भारत में यूरेनियम और थोरियम की उपस्थिति (Uranium and Thorium Presence in India)....183
सामरिक यूरेनियम भंडार (Strategic Uranium Reserves) 183
5.5 नाभिकीय ऊर्जा पार्क (Nuclear Energy Parks) 186
कुडनकुलम (Kudankulam) 186
गोरखपुर हरियाणा अणु विद्युत परियोजना (Gorakhpur Haryana Anu Vidyut Pariyojana)....187
कोव्वाडा, आंध्र प्रदेश (Kovvada, Andhra Pradesh)....187
जैतापुर, महाराष्ट्र (Jaitapur, Maharashtra) 187
छाया-मीठी विरदी, गुजरात (Chhaya-Mithi Virdi, Gujarat)....188
5.6 भारत का नाभिकीय सिद्धांत (Nuclear Doctrine of India)....188
नाभिकीय अप्रसार संधि और भारत (NPT and India) ..189
व्यापक नाभिकीय-परीक्षण-प्रतिबंध संधि और भारत (CTBT and India)....189
5.7 नाभिकीय प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग (Applications of Nuclear Technology) 190
खाद्य एवं कृषि (Food and Agriculture)....190
नाभिकीय चिकित्सा और स्वास्थ्य सेवा (Nuclear Medicine and Healthcare) 190
उद्योग (Industry)....192
5.8 रेडियोधर्मी अपशिष्ट प्रबंधन: भारतीय परिदृश्य (Radioactive Waste Management: Indian Scenario)....193
रेडियोधर्मी अपशिष्ट को समझना (Understanding Radioactive Waste) 193

निम्न और मध्यवर्ती स्तर का अपशिष्ट (Low and Intermediate Level Waste - LILW).....193
उच्च स्तरीय अपशिष्ट (High Level Waste)..............194
रेडियोधर्मी अपशिष्टों का प्रबंधन (Management of Radioactive Wastes) 194
ठोस अपशिष्ट (Solid Waste).................................195
तरल अपशिष्ट (Liquid Waste) 195
गैसीय अपशिष्ट (Gaseous Waste) 195
अपशिष्ट से संपत्ति सृजन (Wealth from Waste).......195
5.9 सर्न, हिग्स बोसोन और लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर (CERN, Higgs Boson and Large Hadron Collider)........196
सर्न (CERN) 196
लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर (Large Hadron Collider)......196
हिग्स बोसॉन (Higgs Boson)................................197
5.10 भारत आधारित न्यूट्रिनो वेधशाला (India Based Neutrino Observatory).................197
परियोजना के घटक (Components of Project)........197
5.11 नाभिकीय दुर्घटनाएँ (Nuclear Accidents)................198
तीन मील द्वीप/थ्री माइल आइलैंड (Three Mile Island) 198
चेर्नोबिल (Chernobyl)...198
फुकुशिमा (Fukushima).......................................199
5.12 भारत में नाभिकीय ऊर्जा का भविष्य (The Future of Nuclear Energy in India) 200

अध्याय 6

कंप्यूटर और सूचना प्रौद्योगिकी (COMPUTERS AND IT)...203
6.1 परिचय (Introduction) 203
6.2 कंप्यूटर और उसके प्रकार (Computers and Its Types) 203
एनालॉग कंप्यूटर (Analog Computer) 203
डिजिटल कंप्यूटर (Digital Computer).....................203
हाइब्रिड कंप्यूटर (Hybrid Computer) 204
6.3 कंप्यूटर के घटक (Components of Computer) 204
हार्डवेयर (Hardware)...204
सॉफ्टवेयर (Software)..205
6.4 सुपर कंप्यूटर (Supercomputers) 205
सुपर कंप्यूटर की विशेषताएँ (Characteristics of Supercomputer) 206
विभिन्न क्षेत्रों में सुपर कंप्यूटर के अनुप्रयोग (Applications of Supercomputers in Various Fields) 206
सरकार द्वारा की गई पहलें (Initiatives Taken by Government)....................206
राष्ट्रीय सुपरकंप्यूटिंग मिशन (National Supercomputing Mission) 206
6.5 एनालॉग और डिजिटल संचार (Analog and Digital Communications)..............207
6.6 मॉड्यूलेशन और डीमॉड्यूलेशन (Modulation and Demodulation).......................207
मॉड्यूलेशन (Modulation) 207
डीमॉड्यूलेशन (Demodulation).............................208
6.7 GSM और CDMA सिम कार्ड (GSM and CDMA Sim Cards)...........................208
GSM सिम कार्ड (GSM Sim Card).......................208
CDMA सिम कार्ड (CDMA Sim Card)..................208
तुलना (Comparison)..209
ई-सिम (E-SIM)..209
6.8 वायरलेस/बेतार कनेक्शन (Wireless Connections) 209
ब्लूटूथ (Bluetooth) 209
ब्लूटूथ का उपयोग (Uses of Bluetooth) 209
वाई-फाई (Wi-Fi) 210
कार्यकरण (Functioning) 210
लाई-फाई (Li-Fi) 210
मोबाइल हॉटस्पॉट (Mobile Hotspot).......................210
मोबाइल हॉटस्पॉट के लाभ (Benefits of Mobile Hotspots)...........................210
मोबाइल हॉटस्पॉट से हानियाँ (Disadvantages of Mobile Hotspots)................210
6.9 नियर फील्ड कम्युनिकेशंस (Near Field Communications)...........................211
कार्यकरण (Functioning) 211
फास्टैग (FASTag)...211
6.10 नेट न्यूट्रैलिटी (Net Neutrality)..............................211
अर्थ (Meaning) 211
महत्त्व (Importance) 211
चुनौतियाँ (Challenges) 212
ट्राई की सिफारिशें (TRAI Recommendations)........212
भविष्य की राह (Way Forward) 212
6.11 कंप्यूटर प्रणाली में मैलवेयर (Malware in Computer Systems) 213
विभिन्न प्रकार के मैलवेयर (Different Types of Malware) 213
साइबर सुरक्षा फ्रेमवर्क (Cyber Security Frameworks)...........................215

साइबर सुरक्षा बढ़ाने के लिए सरकारी पहल (Government initiatives to enhance cyber security) 215

भारतीय साइबर अपराध समन्वय केंद्र (Indian Cyber Crime Coordination Centre - I4C) 215

6.12 भारत में आईटी/आईसीटी एवं आईटीईएस उद्योग (IT/ICT & ITES Industry in India) 216

बाजार का आकार (Market Size) 216

6.13 बुनियादी शब्दावलियाँ (Basic Terminologies) 216

इंटरनेट (Internet) 216

वर्ल्ड वाइड वेब (WWW) 216

वॉइस ओवर इंटरनेट प्रोटोकॉल (VoIP) 216

ट्रांसमिशन कंट्रोल प्रोटोकॉल (TCP) 217

इंटरनेट प्रोटोकॉल (Internet Protocol) 217

आईपी एड्रेस (IP Address) 217

वर्चुअल प्राइवेट नेटवर्क (Virtual Private Network) 217

हाइपरटेक्स्ट ट्रांसफर प्रोटोकॉल (Hypertext Transfer Protocol-HTTP) 217

स्पेक्ट्रम (Spectrum) 217

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IOT) 217

ब्रॉडबैंड (Broadband) 218

मोबाइल नंबर पोर्टेबिलिटी (Mobile Number Portability) 218

सॉलिड स्टेट ड्राइव (Solid State Drive) 218

डिजिटल हस्ताक्षर (Digital Signature) 218

स्पिंट्रॉनिक्स (Spintronics) 218

6.14 तकनीकी प्रगति (Technological Advancements) 218

ब्रॉडबैंड (Broadband) 218

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (Internet of Things) 219

औद्योगिक इंटरनेट (Industrial Internet) 220

इंटरनेट सेवा प्रौद्योगिकियाँ (Internet Services Technologies) 220

कंप्यूटिंग (संगणन) और इसके प्रकार (Computing & its types) 222

LTE और WIMAX के बीच अंतर (Difference between LTE and WIMAX) 222

बिग डेटा (Big Data) 224

विभिन्न क्षेत्रों में बिग डेटा के अनुप्रयोग (Applications of Big Data in various sectors) 224

डीप वेब और डार्क वेब (Deep Web and Dark Web) 225

ब्लॉकचेन प्रौद्योगिकी (Blockchain Technology) 226

नॉन-फंजिबल या अपूरणीय टोकन (Non-Fungible Tokens-NFT) 229

क्रिप्टोकरेंसी (Cryptocurrency) 229

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence) 230

डीप लर्निंग (Deep Learning) 232

मशीन लर्निंग (Machine Learning) 233

आभासी वास्तविकता/वर्चुअल रियलिटी (Virtual Reality-VR) 234

संवर्धित वास्तविकता (Augmented Reality-AR) 235

मेटावर्स (Metaverse) 235

क्वांटम प्रौद्योगिकी और क्वांटम कंप्यूटिंग (Quantum Technology and Quantum Computing) 236

6.15 सरकारी संस्थाएँ (Government Institutions) 238

इलेक्ट्रॉनिक्स और आईटी मंत्रालय (MeitY) 238

दूरसंचार विभाग (Department of Telecommunication-DoT) 238

भारतीय दूरसंचार विनियामक प्राधिकरण (Telecom Regulatory Authority of India-TRAI) ..239

प्रगत संगणन विकास केंद्र (Centre for Development of Advanced Computing, C-DAC) 239

6.16 विधायी उपाय (Legislative Measures) 239

सूचना प्रौद्योगिकी अधिनियम, 2000 239

सूचना प्रौद्योगिकी (संशोधन) अधिनियम, 2008 240

सूचना प्रौद्योगिकी नियम (Information Technology Rules), 2021 240

6.17 भारत और आई.सी.टी (India and ICT) 242

आईटी/आईटीईएस क्षेत्र में विभिन्न नीतियाँ (Various Policies In IT/ITES Sector) 242

6.18 विभिन्न क्षेत्रों में आईटी का अनुप्रयोग (Application of IT in Different Sector) 244

साइबर एवं दूरसंचार क्षेत्र (Cyber and Telecommunication Sector) 244

शासन व्यवस्था (Governance) 245

वित्तीय साक्षरता (Financial Literacy) 247

स्वास्थ्य क्षेत्र (Health Sector) 247

श्रम सुधार (Labour Reforms) 248

शिक्षा क्षेत्र (Education Sector) 248

6.19 निष्कर्ष (Conclusion) 249

अध्याय 7

रोबोटिक्स एवं इसके अनुप्रयोग
(ROBOTICS AND ITS APPLICATIONS)..........................251

7.1 परिचय (Introduction) 251

7.2 रोबोट (Robot)..251

रोबोट के घटक (Components of Robots).............251

रोबोट के प्रकार (Types of Robots) 251

रोबोट का अनुप्रयोग (Application of Robots)..........252

7.3 नए अनुसंधान और नवाचार (New Research and Innovations) 254

रोबोटिक्स से संबंधित मुद्दे (Issues Related to Robotics) 255

7.4 भारत और रोबोटिक्स (India and Robotics).............255

भारत में विकसित विभिन्न रोबोट (Various Robots Developed in India)................256

7.5 रोबोटिक्स के क्षेत्र में सार्वजनिक संस्थान (Public Institutions in the Field of Robotics) 257

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और रोबोटिक्स केंद्र (Centre for Artificial Intelligence and Robotics - CAIR) 257

अखिल भारतीय रोबोटिक्स एवं स्वचालन परिषद् (All India Council for Robotics & Automation - AICRA) 257

भारतीय रोबोटिक्स संस्थान (Indian Institute of Robotics) 258

7.6 निष्कर्ष (Conclusion)..258

अध्याय 8

नैनो प्रौद्योगिकी और इसके अनुप्रयोग
(NANOTECHNOLOGY AND ITS APPLICATIONS).........260

8.1 नैनो प्रौद्योगिकी (Nanotechnology) 260

8.2 नैनो स्तर पर कार्य करना (Working at the Nanoscale)..............................260

8.3 नैनो स्तर पर विनिर्माण (Manufacturing at the Nanoscale)....................260

8.4 नैनो प्रौद्योगिकी से संबंधित अवधारणाएँ (Nanotechnology Related Concepts) 261

क्वांटम डॉट्स (Quantum Dots).............................261

ग्राफीन (Graphene)..261

नैनोबॉट (Nanobot) 261

MXenes 261

कार्बन नैनोट्यूब (Carbon Nanotubes) 262

8.5 नैनो प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग (Applications of Nanotechnology)....................262

इलेक्ट्रॉनिक्स और आईटी (Electronics and IT).........262

चिकित्सा एवं स्वास्थ्य सेवा (Medical and Healthcare) 263

ऊर्जा अनुप्रयोग (Energy Applications) 263

पर्यावरणीय अनुप्रयोग (Environmental Applications) 263

भारी उद्योग (Heavy Industries) 264

निर्माण उद्योग (Construction Industry) 264

खाद्य उद्योग में अनुप्रयोग (Application in Food Industry)..........................264

8.6 नैनो विषविज्ञान और नैनो प्रदूषण (Nanotoxicology and Nano Pollution)...............265

पर्यावरण में नैनो पदार्थ का मापन (Measuring Nanomaterials in the Environment)...................266

नैनो प्रदूषण की रोकथाम (Preventing Nano Pollution)..............................266

8.7 भारत और नैनो प्रौद्योगिकी (India and Nanotechnology).............................266

नैनो विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पर मिशन (नैनो मिशन) [Mission on Nano Science and Technology (Nano Mission)] 267

नैनो विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (International Conference on Nano Science and Technology: ICONSAT)...............267

अनुसंधान, नवाचार और प्रौद्योगिकी को प्रभावित करना (Impacting Research] Innovation & Technology: IMPRINT) 267

8.8 निष्कर्ष (Conclusion)..267

अध्याय 9

उद्योग, बौद्धिक संपदा अधिकार एवं प्रौद्योगिकी
(INDUSTRY, IPR AND TECHNOLOGY)..........................269

9.1 परिचय (Introduction) 269

9.2 बौद्धिक संपदा अधिकार के प्रकार (Types of IPR)......270

कॉपीराइट एवं संबंधित अधिकार (Copyright and Related Rights)..270

पेटेंट (Patent) 270

व्यापार चिह्न (Trade Marks)................................271

औद्योगिक डिजाइन (Industrial Designs).................271

भौगोलिक संकेतक (Geographical Indications) 271

9.3 बौद्धिक संपदा अधिकारों की सुरक्षा की आवश्यकता (Need to Protect IPRs) 275
बौद्धिक संपदा अधिकारों के लाभ (Benefits of IPR) 276
बौद्धिक संपदा अधिकारों (IPRs) को शासित करने वाले कानून और नियम [Laws - Rules that Govern Intellectual Property Rights (IPR)] 276

9.4 विश्व बौद्धिक संपदा संगठन (WIPO) 277
विश्व बौद्धिक संपदा संगठन की भूमिका (Role of WIPO) 277

9.5 ट्रिप्स समझौता (TRIPS Agreement) 277

9.6 भारत और बौद्धिक संपदा अधिकार (India and Intellectual Property Rights) 278
भारत के लिए राष्ट्रीय बौद्धिक संपदा अधिकार नीति, 2016 (National IPR Policy for India, 2016) 278
बौद्धिक संपदा अधिकार जागरुकता हेतु योजना (Scheme for IPR Awareness) 279
भारत में आईपीआर से संबंधित कानून (Laws related to IPRs in India) 279
पेटेंट (संशोधन) नियम, 2021 [Patents (Amendment) Rules, 2021] 280
जैव-प्रौद्योगिकी में बौद्धिक संपदा अधिकारों से संबंधित मुद्दे (IPR related Issues in Biotechnology) 281

9.7 उद्योग और आंतरिक व्यापार संवर्धन विभाग (DPIIT) 283

9.8 भारत पेटेंट नीति 2016 (India Patent Policy 2016) 283

9.9 बौद्धिक संपदा अधिकार एवं भारतीय कृषि (IPR and Indian Agriculture) 284
पौधा किस्म एवं किसान अधिकार संरक्षण अधिनियम (PPVFRA) 285
ट्रिप्स के कारण भारतीय किसानों को होने वाली समस्याएँ (Problems Faced by Indian Farmers due to TRIPS) 285

9.10 निष्कर्ष (Conclusion) 287

अध्याय 10

अतिचालकता और लेजर (SUPERCONDUCTIVITY AND LASER) 290

10.1 परिचय (Introduction) 290

10.2 अतिचालक (Superconductor) 290
अतिचालक की विशेषताएँ (Properties of Superconductor) 291
अतिचालकों के प्रकार (Types of Superconductor) 292

10.3 सामान्य तापमान पर अतिचालकता (Superconductivity at Room Temperature) 293
अतिचालक पदार्थ (Superconductivity Material) 293

10.4 भारत में अतिचालकता (Superconductivity in India) 294
अतिचालकता की उपलब्धियाँ (Achievements of Superconductivity) 294

10.5 अतिचालकों के अनुप्रयोग (Applications of Superconductors) 295
चिकित्सा (Medicine) 295
औद्योगिक उपयोग (Industrial Applications) 295
विद्युत और ऊर्जा क्षेत्र (Electricity and Power Sector) 296
वैज्ञानिक विकास (Scientific Development) 296
इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार (Electronics and Communications) 296

10.6 लेजर (LASER) 297
लेजर का इतिहास (History of Laser) 297
लेजर के गुण (Properties of Laser) 298
लाभ माध्यम के आधार पर लेजर के प्रकार (Types of Laser based on their Gain Medium) 298
विभिन्न क्षेत्रों में लेजर के अनुप्रयोग (Applications of Laser in Different Sectors) 299

10.7 लिडार (LiDAR) 300
LiDAR का अनुप्रयोग (Application of LiDAR) 300

10.8 एंटी-लेजर और उसके अनुप्रयोग (Anti-Laser and its Applications) 302

अध्याय 11

ऊर्जा (ENERGY) 305

11.1 परिचय (Introduction) 305

11.2 ऊर्जा का वर्गीकरण (Classification of Energy) 305
वाणिज्यिक उपयोग पर आधारित (Based on Commercial Use) 305
गैर-वाणिज्यिक ऊर्जा (Non-Commercial Energy) 306
पारंपरिक उपयोग पर आधारित (Based on Traditional Use) 306
ऊर्जा के गैर-पारंपरिक स्रोत (Non-Conventional Source of Energy) 306
उपलब्धता के आधार पर (Based on Availability) 306
ऊर्जा के गैर-नवीकरणीय स्रोत (Non-Renewable Sources of Energy) 306

11.3 भारत का ऊर्जा परिदृश्य (India's Energy Scenario) 306
भारत में ऊर्जा उपयोग (India's Energy Use) 307

11.4 कोयला ऊर्जा (Coal Energy) 308
स्वच्छ कोयला एवं इसकी प्रौद्योगिकियाँ (Clean Coal and Its Technologies) 308

11.5 सौर ऊर्जा (Solar Energy) 310
सौर ऊर्जा का महत्त्व (Significance of Solar Energy) 311
सौर ऊर्जा उत्पादन (Solar Energy Production) 312

11.6 पवन ऊर्जा (Wind Energy) 315
यह काम किस प्रकार करता है? 315
पवन फार्म/पार्क के प्रकार (Types of Wind Farm/Parks) 316
तटवर्ती पवन (Onshore Wind) 316
भारत में पवन ऊर्जा की स्थिति (Status of Wind Energy in India) 316
राष्ट्रीय अपतटीय पवन ऊर्जा नीति, 2015 (National Offshore Wind Energy Policy, 2015) .317
पवन ऊर्जा क्षेत्र में समस्याएँ (Problems in the Wind Energy Sector) 317

11.7 बायोमास ऊर्जा (Biomass Energy) 318
बायोमास को ऊर्जा में परिवर्तित करना (Converting Biomass to Energy) 318
सह-उत्पादन (Cogeneration) 319
बायोमास ऊर्जा का महत्त्व (Significance of Biomass Energy) 319
भारत की ऊर्जा माँगों को पूरा करने में जैव-ऊर्जा की भूमिका (Role of Bio-energy in Meeting India's Energy Demands) 319
कोयला आधारित ताप विद्युत् संयंत्रों में बायोमास के उपयोग पर राष्ट्रीय मिशन (National Mission on Use of Biomass in Coal-based Thermal Power Plants) 321

11.8 जैव ईंधन (Biofuel) 321
जैव ईंधन की श्रेणियाँ (Categories of Biofuels) 321
जैव ईंधन पर राष्ट्रीय नीति, 2018 (National Policy on Biofuels, 2018) 322

11.9 हाइड्रोजन ऊर्जा (Hydrogen Energy) 324
भारत में हाइड्रोजन ऊर्जा (Hydrogen Energy in India) 325
राष्ट्रीय हाइड्रोजन ऊर्जा मिशन (National Hydrogen Energy Mission) 325
हरित हाइड्रोजन क्या है? 326

11.10 अपशिष्ट से ऊर्जा (WtE) 327
अपशिष्ट से ऊर्जा संयंत्रों के लाभ (Benefits of WtE Plants) 327
अपशिष्ट से ऊर्जा के दोहन की चुनौतियाँ (Challenges of Harnessing WtE) 328

11.11 पारंपरिक एवं अपारंपरिक गैसें (Conventional and Unconventional Gases) 328
पारंपरिक गैस (Conventional Gas) 328
अपरंपरागत गैस (Unconventional Gas) 328

11.12 बैटरियाँ (Batteries) 330
द्वितीयक बैटरियों का वर्गीकरण (Classification of Secondary Batteries) 330

11.13 ईंधन सेल (Fuel Cell) 331
हाइड्रोजन ईंधन सेल (Hydrogen Fuel Cell) 331
ईंधन सेल विद्युत् वाहन (Fuel Cell Electric Vehicle) 331
सूक्ष्मजीवी ईंधन सेल (Microbial Fuel Cells) 331
ईंधन सेल के अनुप्रयोग (Applications of Fuel Cell) 332

11.14 स्वच्छ ऊर्जा के लिए किए गए विभिन्न उपाय (Various Measures Taken for Clean Energy) 332
पेरिस समझौते के लक्ष्य (Paris Agreement Targets) 332
राष्ट्रीय स्तर पर निर्धारित योगदान लक्ष्य (INDC Targets) 332
संयुक्त राष्ट्र जलवायु शिखर सम्मेलन (UN Climate Summit) 333
पक्षकारों का सम्मेलन-27, मिस्र (COP-27 Egypt) 333
केंद्रीय विद्युत् प्राधिकरण की रणनीति की रूपरेखा (Central Electricity Authority's Strategy Blueprint) 334

11.15 सरकार की विभिन्न पहलें (Government's Various Initiatives) 334
ग्रिड कनेक्टेड सौर छत कार्यक्रम (Grid Connected Solar Rooftop Programme) 334
सौर पार्क योजना (Solar Park Scheme) 334
अंतर्राष्ट्रीय सौर गठबंधन (International Solar Alliance) 334
पीएम कुसुम (PM KUSUM) 335
राष्ट्रीय हरित गलियारा परियोजना (National Green Corridor Project) 335
राष्ट्रीय पवन-सौर हाइब्रिड नीति (National Wind-Solar Hybrid Policy) 335

राष्ट्रीय अपतटीय पवन ऊर्जा नीति (National Offshore Wind Energy Policy) 335

भारत के सौर परिवर्तन के लिए सतत् छत कार्यान्वयन (सृष्टि) योजना [Sustainable Rooftop Implementation for Solar Transfiguration of India (SRISTI) Scheme] 335

बायोमास विद्युत् एवं सह-उत्पादन कार्यक्रम (Biomass Power & Cogeneration Programme).335

राष्ट्रीय पवन-सौर हाइब्रिड नीति का मसौदा (Draft National Wind-Solar Hybrid Policy) 335

प्रत्यक्ष विदेशी निवेश नीति (FDI Policy) 335

राष्ट्रीय बायोगैस और खाद प्रबंधन कार्यक्रम (National Biogas and Manure Management Programme) 335

उत्पादन से जुड़ी प्रोत्साहन (PLI) योजना..................... 335

11.16 भारत के फोकस क्षेत्र (India's Focus Areas) 336

मेथेनॉल अर्थव्यवस्था (Methanol Economy) 336

दोहरी चुनौती (The Twin Challenge) 336

हाइड्रोजन आधारित ईंधन सेल वाहन (Hydrogen Based FCV) 336

ग्रिड एकीकरण (Grid Integration) 336

11.17 निष्कर्ष (Conclusion)..336

अध्याय 12

नवीन घटनाक्रम (Recent Developments) 339

12.1 वोलबैचिया जीवाणु (Wolbachia Bacteria)..............339

12.2 नासा का लूसी मिशन (NASA'S Lucy Mission) 339

12.3 ई-पासपोर्ट (e-Passports) 339

12.4 भारत बायोटेक नेजल बूस्टर परीक्षण (Bharat Biotech Nasal Booster Trials) 339

12.5 समुद्रयान मिशन (Samudrayaan Mission) 340

12.6 जीवन वायु (Jivan Vayu).....................................340

12.7 जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप (James Webb Space Telescope)....................340

12.8 वर्ग किलोमीटर व्यूह वेधशाला (Square Kilometre Array Observatory – SKAO) 340

12.9 दुर्लभ रोग (Rare Disease)..................................341

12.10 संश्लेषित जीव विज्ञान (Synthetic Biology)..............341

12.11 नासा का वाइपर रोवर (NASA's VIPER Rover) 341

12.12 सूअर हृदय प्रत्यारोपण (Pig Heart Transplantation) 341

12.13 चीन का कृत्रिम सूर्य (China's Artificial Sun) 341

12.14 भारत का सेमीकंडक्टर मिशन, 2022 (India's Semiconductor Mission] 2022) 342

12.15 नासा का पार्कर सोलर प्रोब (NASA's Parker Solar Probe)............................342

12.16 नाभिकीय संलयन सफलता (Nuclear Fusion Breakthrough) 342

12.17 नाभिकीय संलयन ऊर्जा (Nuclear Fusion Energy)...................................342

12.18 ओ-स्मार्ट योजना (O-SMART Scheme) 343

12.19 एम-आरएनए वैक्सीन (m-RNA Vaccine).................343

12.20 स्टारलिंक कार्यक्रम (Starlink Programme) 343

12.21 आर्टेमिस 3 (Artemis 3)..343

12.22 मंगल ग्रह से ऑक्सीजन (Oxygen from Mars).........343

12.23 परम प्रवेग सुपरकंप्यूटर (Param Pravega Supercomputer).....................344

12.24 उपग्रह इंटरनेट (Satellite Internet)..........................344

12.25 नव-ईकैश कार्ड (NAV-eCash Card)......................344

12.26 हाइपरसोनिक हथियार (Hypersonic Weapons)........344

12.27 हरित हाइड्रोजन (Green Hydrogen) 344

12.28 कोरोना विषाणु (Coronavirus) 345

विषाणु से होने वाले तीन सबसे आम रोग (The Three Most Common Illnesses by the Virus) 345

12.29 नेत्र (NETRA)..345

अंतरिक्ष स्थितिजन्य जागरूकता (Space Situational Awareness – SSA) 346

12.30 माइक्रोप्रोसेसर मौशिक (Microprocessor MOUSHIK).............................346

12.31 जीन साइलेंसिंग (Gene Silencing) 346

12.32 माइटोकॉन्ड्रियल डीएनए (Mitochondrial DNA) 346

12.33 काला अजार रोग (Kala Azar Disease) 346

12.34 मानव एटलस पहल–मानव (Human Atlas Initiative–Manav)........................347

12.35 विकास इंजन (Vikas Engine) 347

12.36 मलेरिया का पहला टीका (First Malaria Vaccine) 347

12.37 बृहस्पति के चंद्रमा 'गैनीमेड' पर जलवाष्प का पहला साक्ष्य (First Evidence of Water Vapor at Jupiter's Moon 'Ganymede') 347

12.38 पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स (मैंगनीज नोड्यूल्स) [Polymetallic Nodules (Manganese Nodules)].....................................347

निर्माण हेतु आवश्यक शर्तें (Conditions for formation).................................348

निर्माण की प्रक्रियाएँ (Processes for formation)......348

पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स का महत्त्व (Significance of Polymetallic Nodules).............348

भारत और पॉलिमेटेलिक नोड्यूल्स (India and Polymetallic Nodules) 348

12.39 डीएनए डिजिटल डेटा स्टोरेज (DNA Digital Data Storage) 348

डीएनए अनुक्रमण (DNA Sequencing) 348

इस तकनीक के उपयोग में आने वाली चीजें (This technology uses)....................................348

भंडारण एवं पुनर्प्राप्ति की प्रक्रिया (The Process of Storage and Retrieval)............348

12.40 मेघ बीजन (Cloud Seeding) 349

मेघ बीजन के लाभ (Advantages of Cloud Seeding).......................349

12.41 कार टी-कोशिका इम्यूनोथेरेपी (किमरिया) [CAR T-Cell Immunotherapy (Kymriah)]...........349

पारंपरिक उपचारों से भिन्न (Different from Traditional Therapies)...............349

इसकी मंजूरी का महत्त्व (Significance of its Approval) 350

12.42 ल्यूसीज्म (Leucism)...350

12.43 नई ग्राफीन बैटरी (New Graphene Battery) 350

12.44 प्रकाश उत्सर्जक पौधे (Light Emitting Plants)..........350

घटक (Components) 350

महत्त्व (Significance)...351

वर्तमान स्थिति (Present Status) 351

12.45 शीत संलयन (Cold Fusion) 351

भारतीय परिदृश्य (Indian Scenario) 351

विपक्ष में तर्क (Arguments Against) 351

12.46 अंतरिक्ष आधारित इंटरनेट – स्टारलिंक तारामंडल (Space Based Internet – Starlink Constellation).......................................351

12.47 पौध प्रजनन की नई पीढ़ी (New Generation of Plant Breeding).................352

12.48 3-डी प्रिंट दवा आपूर्ति (3-D Print Drug Delivery) 352

12.49 परमाणु घड़ी (Atomic Clock) 352

12.50 इनसाइट (InSight) 352

12.51 नैनोजाइम (Nanozyme)..353

12.52 ईडीएनए (eDNA) 353

12.53 क्षुद्रग्रह शमन योजना (Asteroid Mitigation Plan)......353

निकट-पृथ्वी पिंड (Near-Earth Objects–NEOs).....353

12.54 गोलाकार गुच्छे (Globular Clusters).......................354

12.55 उच्च तीव्रता केंद्रित अल्ट्रासाउंड (High Intensity Focussed Ultrasound – HIFU) ..354

फोकस्ड अल्ट्रासाउंड बनाम मानक अल्ट्रासाउंड (Focused Ultrasound vs Standard Ultrasound) 354

अध्याय 1

भारत: विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी (INDIA: SCIENCE & TECHNOLOGY)

1.1 परिचय (Introduction)

भारतीय सभ्यता विश्व की सबसे प्राचीन सभ्यताओं में से है, जो विज्ञान और प्रौद्योगिकी की समृद्ध परंपरा में महत्त्वपूर्ण स्थान रखती है। हालाँकि, खगोल विज्ञान, गणित, चिकित्सा और व्यावहारिक कलाओं में हमारे योगदान को पर्याप्त रूप से स्वीकार नहीं किया गया है। विश्वभर के शिक्षित समुदाय में यह धारणा व्याप्त थी कि विज्ञान की शुरुआत केवल यूरोप में हुई थी। अरब देशों के रसायनविद् (Alchemists) का उल्लेख तो कभी-कभी किया गया था, किंतु भारत और चीन का उल्लेख बहुत सीमित था।

भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी (Indian National Science Academy) और अन्य संस्थानों के प्रयासों के कारण 20वीं सदी में प्राचीन भारतीय विज्ञान के विकास की ओर विद्वानों का ध्यान आकर्षित हुआ। अध्ययनों से पता चलता है कि वैदिक काल से लेकर आधुनिक काल तक, किसी भी देश में अपेक्षित उतार-चढ़ाव के साथ, वैज्ञानिक स्वभाव वाले व्यक्तियों के लिए एक केंद्र के रूप में भारत की स्थायी भूमिका रही है।

भारतीय सभ्यता में वैज्ञानिक संस्कृति का एक लंबा इतिहास देखा जा सकता है, जो 5000 वर्षों से भी अधिक पुराना है। खगोल विज्ञान, गणित, चिकित्सा, भौतिकी, कृषि और साहित्य में प्रगति के लिए प्रसिद्ध, भारत की विरासत में प्रभावशाली हस्तियाँ शामिल हैं। भारत के कई प्रसिद्ध गणितज्ञों ने कई सिद्धांतों के विकास में महत्त्वपूर्ण योगदान दिया है, जिन्हें हम वर्तमान में अधिकांश क्षेत्रों में लागू करते हैं और इनका उपयोग भी करते हैं।

आर्यभट्ट जैसे गणितज्ञों ने स्थायी सिद्धांतों में योगदान दिया, जिसका प्रमाण आर्यभटीय (Aryabhatiya) में मिलता है। वराहमिहिर, एक निपुण बहुज्ञ, जल विज्ञान, मौसम विज्ञान, ज्योतिष, खगोल विज्ञान और भूकंप विज्ञान जैसे विषयों में उत्कृष्ट थे। भास्कराचार्य के सिद्धांत-शिरोमणि (Siddhanta Shiromani) को सभी खगोलीय कार्यों का शिखर माना जाता है। भारत में शल्य चिकित्सा के जनक (India's Father of Surgery) के रूप में प्रतिष्ठित सुश्रुत एक प्राचीन चिकित्सक थे। उन्होंने चिकित्सा ज्ञान पर अमिट प्रभाव छोड़ा है और इन्हें वर्तमान भारत में शल्य चिकित्सक के पिता के रूप में जाना जाता है।

1.2 आधुनिक भारत में विकास (Developments in Modern India)

आधुनिक युग की विशेषता विज्ञान, प्रौद्योगिकी, ज्ञान (Knowledge) और सूचना (Information) का प्रभुत्व है। ये तत्त्व आपस में जुड़े हुए हैं, जो एक ही घटना के विभिन्न पहलुओं का प्रतिनिधित्व करते हैं। वे सामूहिक रूप से व्यक्तियों के रहने, जुड़ने, संवाद करने, लेन-देन करने और आर्थिक गतिविधियों में संलग्न होने के तरीके को फिर से परिभाषित करते हैं, जिससे एक परिवर्तनकारी युग की शुरुआत होती है।

आधुनिक भारत में अपने वैज्ञानिक और तकनीकी विकास पर गर्व करने लायक बहुत कुछ है। यह एक संपन्न फार्मास्युटिकल उद्योग का दावा करता है, जो विकासशील दुनिया के लिए बेहद जरूरी कम लागत वाली दवाओं का उत्पादन करता है। फिर, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) अंतरिक्ष विज्ञान में सुर्ख़ियाँ बटोर रहा है। भारत अपने पहले ही प्रयास में मंगल ग्रह पर पहुँचने वाला पहला देश बन गया। हाल ही में, भारत सरकार ने पेरिस जलवायु शिखर सम्मेलन में अंतर्राष्ट्रीय सौर गठबंधन (ISA) के रूप में भारत को सौर ऊर्जा में अग्रणी बनाने के लिए एक महत्वाकांक्षी योजना शुरू की।

भारत आधुनिक युग में अपनी उल्लेखनीय वैज्ञानिक और तकनीकी प्रगति पर गर्व करता है। विकसित फार्मास्युटिकल उद्योग विकासशील विश्व के लिए जरूरी सस्ती दवाओं का उत्पादन करता है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (Indian Space Research Organization: ISRO) ने अंतरिक्ष विज्ञान में उल्लेखनीय उपलब्धियों से ध्यान आकर्षित किया है। भारत अपने पहले ही प्रयास में मंगल ग्रह पर पहुँचने वाला पहला देश बन गया है। पेरिस जलवायु शिखर सम्मेलन में सरकार की महत्वाकांक्षी पहल, अंतर्राष्ट्रीय सौर गठबंधन (International Solar Alliance: ISA) को प्रक्षेपित किया गया था। यह प्रयास सौर ऊर्जा में वैश्विक नेतृत्व प्रदान करने के लिए भारत की प्रतिबद्धता का प्रतीक है।

वर्तमान समय में, भारत वैज्ञानिक अनुसंधान (Scientific research) में विश्व स्तर पर अग्रणी देशों में से एक है और अंतरिक्ष अन्वेषण (Space exploration) में शीर्ष पाँच दावेदारों

में से एक है। उल्लेखनीय उपलब्धियों में मंगलयान, चंद्रयान 1 और 2 जैसे सफल अंतरिक्ष मिशन शामिल हैं। आगामी गगनयान मिशन का लक्ष्य भारत के पहले मानव दल को अंतरिक्ष में भेजना है। भारत ने सार्क देशों के लिए उपग्रह प्रक्षेपित करने में अग्रणी भूमिका निभाई है और इस प्रकार अन्य देशों को उपयोग के लिए अपनी अंतरिक्ष सुविधाएँ प्रदान करके राजस्व का सृजन किया है।

भारत निजी और सरकारी दोनों क्षेत्रों में कई तकनीकी विश्वविद्यालयों और संस्थानों के माध्यम से अपने युवाओं में वैज्ञानिक प्रवृति (scientific temperament) को बढ़ावा देने पर महत्त्वपूर्ण बल देता है। देश में वर्तमान में 23 भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (Indian Institutes of Technology: IIT), 31 राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान (National Institutes of Technology: NIT), 1000 से अधिक विश्वविद्यालय हैं, जो लगभग 29,000 डॉक्टरेट डिग्री प्रदान करते हैं। इसके साथ-साथ वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (CSIR) द्वारा संचालित लगभग 40 अनुसंधान प्रयोगशालाएँ हैं।

भारत वैज्ञानिक प्रकाशनों की संख्या के मामले में शीर्ष 5 देशों में शामिल होकर वैश्विक स्तर पर एक प्रमुख स्थान रखता है। देश नाभिकीय प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भरता की दिशा में महत्त्वपूर्ण प्रगति कर रहा है। विशेष रूप से 1,000 मेगावाट की क्षमता वाली कुडनकुलम नाभिकीय ऊर्जा परियोजना इकाई-1 (Kudankulam Nuclear Power Project Unit-1: KKNPP-1) का परिचालन आरंभ होना एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धि है। इसके अतिरिक्त, 1,000 मेगावाट क्षमता वाली कुडनकुलम नाभिकीय ऊर्जा परियोजना इकाई-2 (Kudankulam Nuclear Power Project Unit-1: KKNPP-2) वर्तमान में परिचालन आरंभ होने की प्रक्रिया में है। यह नाभिकीय ऊर्जा के क्षेत्र में आगे बढ़ने के लिए भारत की प्रतिबद्धता को प्रदर्शित करती है।

1.3 सरकारी मंत्रालय और अन्य विभाग (Government Ministries and Other Departments)

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय नीतिगत निर्णय लेने के लिए जिम्मेदार है। यह विज्ञान और प्रौद्योगिकी से संबंधित नियमों और कानूनों का प्रबंधन भी करता है। इसमें निम्नलिखित विभाग हैं:

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Science and Technology: DST)

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी (Science & Technology) के नए क्षेत्रों को बढ़ावा देने के उद्देश्य से मई 1971 में स्थापित विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Science & Technology-DST) देश में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी गतिविधियों के आयोजन, समन्वय और प्रचार के लिए एक नोडल विभाग की भूमिका निभाता है। विभाग की निम्नलिखित प्रमुख जिम्मेदारियाँ हैं:

- विज्ञान और प्रौद्योगिकी से संबंधित नीतियों का निर्माण।
- कैबिनेट की वैज्ञानिक सलाहकार समिति से संबंधित मामले (Scientific Advisory Committee of the Cabinet: SACC) देखना।
- उभरते हुए क्षेत्रों पर विशेष बल देते हुए विज्ञान और प्रौद्योगिकी के नए क्षेत्रों को बढ़ावा देना।
- भविष्य विज्ञान।
- पार-क्षेत्रीय संबंधों वाले विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र- जिनमें अनेक संस्थाओं और विभागों के हित और क्षमताएँ हैं- का समन्वय और एकीकरण करना।
- जहाँ आवश्यक हो, उपक्रम अथवा आर्थिक रूप से प्रायोजित वैज्ञानिक और तकनीकी सर्वेक्षण, अनुसंधान डिजाइन और विकास के कार्य करना।
- वैज्ञानिक अनुसंधान संस्थानों, वैज्ञानिक संघों और निकायों के लिए सहायता और अनुदान सहायता उपलब्ध करवाना।

वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग (Department of Scientific and Industrial Research: DSIR)

वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग (DSIR) विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय का एक हिस्सा है। इसे भारत सरकार (कार्य आबंटन) नियम, 1961 में संशोधन के तहत राष्ट्रपति अधिसूचना द्वारा 4 जनवरी, 1985 को स्थापित किया गया था। वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग (DSIR) स्वदेशी प्रौद्योगिकी संवर्धन, विकास, उपयोग और अंतरण से संबंधित गतिविधियों को पूरा करने का दायित्व रखता है।

DSIR के प्रयास (DSIR Endeavours)

- DSIR के अग्रलिखित कार्य हैं- उद्योगों द्वारा अनुसंधान एवं विकास (R&D) को बढ़ावा देना, छोटी और मध्यम औद्योगिक इकाइयों के एक व्यापक प्रतिनिधित्व को समर्थन करने के लिए उच्च व्यावसायिक क्षमता की अत्याधुनिक विश्व स्तरीय प्रतिस्पर्धी प्रौद्योगिकियों का विकास करना, प्रयोगशाला पैमाने पर अनुसंधान और विकास (Lab Scale R&D) के त्वरित व्यावसायीकरण का उत्प्रेरण करना, कुल निर्यात में प्रौद्योगिकी गहन निर्यात की हिस्सेदारी बढ़ाना, औद्योगिक परामर्श और प्रौद्योगिकी प्रबंधन (Industrial consultancy and technology management) क्षमताओं को मजबूत बनाना और उपयोगकर्ता के अनुकूल सूचना नेटवर्क स्थापित करने के लिए देश में वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान सुविधा की स्थापना करना।

- यह प्रौद्योगिकियों के हस्तांतरण के लिए वैज्ञानिक प्रयोगशालाओं और औद्योगिक प्रतिष्ठानों के मध्य राष्ट्रीय अनुसंधान विकास निगम (National Research Development Corporation: NRDC) के माध्यम से लिंक (laidZ) उपलब्ध कराता है और सेंट्रल इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड (Central Electronics Limited: CEL) के माध्यम से अनुसंधान और विकास में निवेश की सुविधा प्रदान करता है।

वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (Council of Scientific and Industrial Research: CSIR)

वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (CSIR) को एक अग्रणी समकालीन अनुसंधान और विकास (R&D) संगठन के रूप में स्थापित किया गया है। यह विविध वैज्ञानिक और तकनीकी क्षेत्रों में अपने अत्याधुनिक ज्ञान आधार के लिए प्रसिद्ध है। CSIR अपने दायरे में रेडियो एवं अंतरिक्ष भौतिकी (Space Physics), समुद्र विज्ञान (Oceanography), भू-भौतिकी (Geophysics), रसायन, ड्रग्स, जीनोमिक्स (Genomics), जैव-प्रौद्योगिकी और नैनोटेक्नोलॉजी से लेकर खनन, वैमानिकी (Aeronautics), उपकरण विज्ञान (Instrumentation), पर्यावरण अभियांत्रिकी और सूचना प्रौद्योगिकी तक की एक विस्तृत विषय शृंखला को शामिल करता है। यह सामाजिक प्रयासों के संबंध में कई क्षेत्रों में महत्त्वपूर्ण तकनीकी हस्तक्षेप प्रदान करता है जिसमें पर्यावरण, स्वास्थ्य, पेयजल, भोजन, आवास, ऊर्जा, कृषि-क्षेत्र और गैर-कृषि क्षेत्र शामिल हैं।

यह भारत के बौद्धिक संपदा आंदोलन का अग्रणी है। सीएसआईआर आज चुनिंदा प्रौद्योगिकी डोमेन में देश के लिए वैश्विक स्थान बनाने के लिए अपने पेटेंट पोर्टफोलियो को मजबूत कर रहा है। विश्व के सार्वजनिक रूप से वित्त-पोषित अनुसंधान संगठनों की श्रेणी में CSIR विश्वभर में पेटेंट दाखिल करने और हासिल करने के मामले में अग्रणी स्थान रखता है। सार्वजनिक रूप से वित्त-पोषित किसी भी भारतीय अनुसंधान एवं विकास संगठन को प्राप्त अमेरिकी पेटेंट में से 90 प्रतिशत CSIR को प्राप्त हुए हैं। CSIR प्रतिवर्ष औसतन 200 भारतीय पेटेंट और 250 विदेशी पेटेंट दाखिल करता है। CSIR के लगभग 13.86 प्रतिशत पेटेंट लाइसेंस प्राप्त हैं और यह संख्या वैश्विक औसत से अधिक है।

जैव-प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Biotechnology: DBT)

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय के तहत कार्यरत जैव-प्रौद्योगिकी विभाग, पिछले तीन दशकों में आधुनिक जीव विज्ञान और जैव-प्रौद्योगिकी को आगे बढ़ाने में एक प्रेरक शक्ति रहा है। निरंतर सहयोग द्वारा, विभाग ने इस क्षेत्र को उसके शुरुआती चरण से उभरते उद्योग (Sunrise industry) में बदलने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई है। कृषि, स्वास्थ्य देखभाल, पशु विज्ञान, पर्यावरण और उद्योग के क्षेत्र में महत्त्वपूर्ण उपलब्धियाँ हासिल की गई हैं।

2023 में, भारत का जैव-प्रौद्योगिकी उद्योग 15% की वृद्धि को दर्शाते हुए +92 बिलियन डॉलर से अधिक हो गया। वर्तमान में, भारत शीर्ष 12 वैश्विक बायोटेक गंतव्यों (Biotech destinations in the world) में से एक है और एशिया प्रशांत क्षेत्र में तीसरा स्थान रखता है। विशेष रूप से, यह दुनियाभर में अमेरिकी खाद्य एवं औषधि प्रशासन (US Food and Drug Administration: USFDA) द्वारा अनुमोदित संयंत्रों की दूसरी सबसे बड़ी संख्या का दावा करता है। यह 'पुनर्योजित (Recombinant) हेपेटाइटिस बी टीकों' का सबसे बड़ा उत्पादक भी है।

जैव-प्रौद्योगिकी विभाग का दृष्टिकोण और रणनीति (DBT's vision - strategy) है: "जैव-प्रौद्योगिकी अनुसंधान में नई ऊँचाइयों को प्राप्त करना और भविष्य मे जैव-प्रौद्योगिकी को यथार्थ में गरीबों के कल्याण के लिए, धन सृजन और सामाजिक न्याय सुनिश्चित करने के साधन के रूप में ढालना"।

नाभिकीय ऊर्जा विभाग (Department of Atomic Energy: DAE)

नाभिकीय ऊर्जा विभाग की स्थापना 3 अगस्त, 1954 को राष्ट्रपति के एक आदेश के माध्यम से प्रधानमंत्री के प्रत्यक्ष प्रभार के तहत की गई थी। नाभिकीय ऊर्जा आयोग (Atomic Energy Commission: AEC) के गठन के संकल्प के अनुसार, नाभिकीय ऊर्जा विभाग में भारत सरकार के सचिव AEC के पदेन अध्यक्ष होते हैं। DAE नाभिकीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी के विकास, कृषि, चिकित्सा, उद्योग और बुनियादी अनुसंधान के क्षेत्र में विकिरण प्रौद्योगिकियों के अनुप्रयोगों (Applications of radiation technologies) में संलग्न है।

नाभिकीय ऊर्जा विभाग (DAE) अपने बहुआयामी मिशन को पूरा करने के लिए विविध प्रकार की संस्थाओं से बना है। इसमें पाँच अनुसंधान केंद्र (Research centers), तीन औद्योगिक संगठन (Industrial organizations), पाँच सार्वजनिक क्षेत्र के उपक्रम (Public Sector Undertakings- PSU) और तीन सेवा संगठन (Service organizations) शामिल हैं। अपनी छत्रछाया में, डीएई के पास दो बोर्ड हैं, जो नाभिकीय और संबद्ध क्षेत्रों के साथ-साथ गणित में बाह्य अनुसंधान (Extramural research) को बढ़ावा देने और वित्त-पोषित करने के लिए समर्पित हैं। इसके अतिरिक्त, मानित विश्वविद्यालय के रूप में संचालित एक राष्ट्रीय संस्थान

इसके अंतर्गत आता है। DAE अंतर्राष्ट्रीय ख्याति प्राप्त आठ संस्थानों को सहायता प्रदान करता है, जो मूलभूत विज्ञान (Basic Sciences), खगोल विज्ञान (Astronomy), खगोल भौतिकी (Astrophysics), कैंसर अनुसंधान और शिक्षा जैसे विभिन्न क्षेत्रों में सक्रिय रूप से अनुसंधान में संलग्न हैं। इसके अलावा, DAE में एक शैक्षिक सोसायटी भी शामिल है, जो DAE कर्मचारियों के बच्चों के लिए शैक्षिक प्रावधानों की सुविधा प्रदान करती है।

अंतरिक्ष विभाग (Department of Space)

अंतरिक्ष विभाग भारत में जून, 1972 में स्थापित किया गया था। यह देश में विभिन्न अंतरिक्ष-संबंधित कार्यक्रमों को लागू करने के लिए उत्तरदायी इकाई के रूप में कार्य करता है। संपूर्ण भारत में विभिन्न केंद्रों के साथ, यह विभाग अंतरिक्ष अनुसंधान को आगे बढ़ाने और अंतरिक्ष प्रणालियों को विकसित करने पर ध्यान केंद्रित करता है।

भारत का अंतरिक्ष विभाग विभिन्न अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष विज्ञान जागरुकता अभियानों, IRS-P3 और SROSS उपग्रह, प्रक्षेपण यानों (Launch vehicles) के विकास और अन्य गतिविधियों में संलग्न है। इस विभाग के तहत इसरो उपग्रह दूरसंचार परियोजना (Satellite Telecommunication Experiment Project: STEP) और उपग्रह अनुदेशात्मक टेलीविजन प्रयोग: (Satellite Instructional Television Experiment: SITE) का उपयोग कर रहा है। IRS उपग्रहों को अब PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle = ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान) और GSLV (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle = भू-तुल्यकालिक उपग्रह प्रक्षेपण यान) जैसे प्रक्षेपण वाहनों द्वारा प्रक्षेपित किया जा रहा है।

ये उपग्रह आपदा प्रबंधन, टेलीविजन प्रसारण, संचार और अन्य अनुप्रयोगों में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसके अतिरिक्त, विभाग भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह (Indian Remote Sensing Satellite: IRS) और भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (Indian National Satellite: INSAT) जैसी कार्यात्मक अंतरिक्ष प्रणालियों की देख-रेख करता है। IRS उपग्रह भूप्रेक्षण (Earth-observation), प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन, आपदा प्रबंधन, मानचित्रण, सीमांकन एवं सूचना एकत्रण में योगदान करते हैं, जबकि INSAT उपग्रह दूरसंचार, टेलीविजन प्रसारण, मौसम पूर्वानुमान, आपदा चेतावनी और खोज तथा बचाव कार्यों में सेवाएँ प्रदान कर रहे हैं। अंतरिक्ष विभाग भारत में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की प्रगति और विकास की निगरानी में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के प्राथमिक उद्देश्यों में प्रक्षेपण यान, उपग्रह, परिज्ञापी रॉकेट (Sounding rockets) और विभिन्न संबद्ध क्षेत्रों का विकास शामिल है, जो अंतरिक्ष अन्वेषण में भारत की प्रगति में योगदान करते हैं।

विज्ञान प्रौद्योगिकी तथा नवाचार सलाहकार परिषद् (PM-STIAC)

एक उच्च स्तरीय निकाय है, जो भारत में एक व्यापक सर्वसमावेशी इकाई के रूप में कार्य करता है। इसका प्राथमिक कार्य विशिष्ट विज्ञान और प्रौद्योगिकी क्षेत्र की स्थिति का व्यापक रूप से आकलन करना है। परिषद् का लक्ष्य इन क्षेत्रों में चुनौतियों को समझना, तत्काल, मध्यावधि और दीर्घकालिक हस्तक्षेप (Interventions) तैयार करना और प्रधानमंत्री को एक रणनीतिक रोडमैप प्रस्तुत करना है।

- मुख्य वैज्ञानिक सलाहकार संबंधित सरकारी विभागों, एजेंसियों और मंत्रालयों द्वारा प्रमुख हस्तक्षेपों के कार्यान्वयन को सुविधाजनक बनाने और सुनिश्चित करने के लिए समन्वय करते हैं।
- परिषद् के संदर्भ की शर्तों में बहु-हितधारक नीतिगत पहलें, तंत्र, सुधार और कार्यक्रमों को तैयार करना, एकजुट करना, सहयोग करना, समन्वय करना और कार्यान्वित करना शामिल है:
  - केंद्र और राज्य सरकारों, दोनों में कई हितधारकों के सहयोग से मौलिक अनुसंधान को समाहित करने वाले विज्ञान और प्रौद्योगिकी (S&T) को समन्वित करना।
  - विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उभरते क्षेत्रों में भविष्य की तैयारियों को संभव बनाना।
  - प्रमुख अंतर-मंत्रालयी विज्ञान और प्रौद्योगिकी मिशनों का निर्माण और समन्वय करना।
  - प्रौद्योगिकी आधारित नवाचारों और तकनीकी उद्यमिता (Techno entrepreneurship) के लिए एक सक्षम पारिस्थितिकी तंत्र प्रदान करना।
  - सतत् विकास के लिए सामाजिक-आर्थिक चुनौतियों को हल करने की दिशा में नवाचार और प्रौद्योगिकी वितरण को बढ़ावा देना।
  - अनुसंधान और नवाचार को बढ़ावा देने के लिए प्रभावी सार्वजनिक-निजी संबंधों को बढ़ावा देना।
  - शिक्षा, उद्योग और सरकार सहित कई हितधारकों के साथ विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार क्लस्टर (समूह) विकसित करना।
  - वर्तमान और भविष्य की प्रौद्योगिकियों में कौशल हासिल करना।

रक्षा विभाग (Department of Defence)

भारत सरकार रक्षा मंत्रालय को देश की रक्षा सुनिश्चित करने की महत्त्वपूर्ण जिम्मेदारी सौंपती है। यह मंत्रालय सशस्त्र बलों को राष्ट्र की सुरक्षा में अपनी जिम्मेदारियों को पूरा करने के लिए आवश्यक

नीतिगत ढाँचा और संसाधन प्रदान करता है। रक्षा मंत्रालय के प्राथमिक कार्य में सभी रक्षा और सुरक्षा-संबंधी मामलों पर सरकार से नीति निर्देश प्राप्त करना और सेवा मुख्यालय, अंतर-सेवा संगठनों, उत्पादन प्रतिष्ठानों और अनुसंधान एवं विकास संगठनों जैसी विभिन्न संस्थाओं को कार्यान्वयन के लिए इन निर्देशों को संप्रेषित करना शामिल है। रक्षा मंत्रालय को पाँच विभागों में संरचित किया गया है, अर्थात् रक्षा विभाग (Department of Defence: DOD), सैन्य कार्य विभाग (Department of Military Affairs: DMA), रक्षा उत्पादन विभाग (Department of Defence Production: DDP), रक्षा अनुसंधान एवं विकास विभाग (Department of Defence Research & Development: DDR&D), तथा भूतपूर्व सैनिक कल्याण विभाग (Department of Ex-Servicemen Welfare) और साथ में वित्त प्रभाग।

रक्षा विभाग विशेष रूप से सेना, वायु सेना, नौसेना और तटरक्षक बल के साथ-साथ अंतर-सेवा संगठनों से संबंधित है। यह रक्षा बजट, स्थापना मुद्दे, रक्षा नीति, संसदीय मामले, अन्य देशों के साथ रक्षा सहयोग और सभी रक्षा-संबंधित गतिविधियों के समन्वय जैसे मामलों की देख-रेख करता है। इसके प्रमुख रक्षा सचिव होते हैं, जिनकी सहायता महानिदेशक, अपर सचिव और संयुक्त सचिव करते हैं। रक्षा सचिव (Defence Secretary), रक्षा मंत्रालय में अन्य विभागों अर्थात् DMA, DDP, DESW और DDR-D के कार्यकलापों के समन्वय के लिए भी जिम्मेदार हैं।

1.4 नीति दस्तावेज (Policy Documents)

वैज्ञानिक नीति संकल्प (Scientific Policy Resolution) 1958

भारत ने 1958 में वैज्ञानिक नीति संकल्प (SPR) के माध्यम से अपनी विज्ञान नीति तैयार की, जो राष्ट्रीय विकास के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उपयोग की प्रतिबद्धता को दर्शाती है। SPR ने विज्ञान, शिक्षा, कृषि, उद्योग और रक्षा जैसे विभिन्न क्षेत्रों में देश की जरूरतों को पूरा करने के लिए विज्ञान और तकनीकी संबंधी पर्याप्त जनशक्ति को प्रशिक्षित करने के उद्देश्य को रेखांकित किया।

SPR का उद्देश्य अपने सभी आयामों- शुद्ध, व्यावहारिक और शैक्षिक- में विज्ञान और तकनीकी अनुसंधान को विकसित करना, बढ़ावा देना और बनाए रखना है। इस क्षेत्र में भारत सरकार के प्रथम प्रामाणिक दस्तावेज के रूप में, SPR ने विज्ञान और प्रौद्योगिकी को राष्ट्रीय विकास के लिए एक प्रमुख माध्यम बनाने की घोषणा की थी।

SPR के कार्यान्वयन से रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन (DRDO-1958), अंतरिक्ष विभाग (DOS-1972), इलेक्ट्रॉनिक्स विभाग (DOE-1971), विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी (DST-1971), पर्यावरण विभाग (DOE-1980) सहित महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक संगठनों की स्थापना हुई। देश में वैज्ञानिक सोच को बढ़ावा देने के महत्त्व को पहचानते हुए, इस अवधारणा को भाग IV-A में मौलिक कर्त्तव्य 51(A)(h) के तहत भारतीय संविधान में स्थापित किया गया। यह कर्त्तव्य वैज्ञानिक दृष्टिकोण, मानववाद तथा ज्ञानार्जन और सुधार की भावना के विकास पर बल देता है।

प्रौद्योगिकी नीति वक्तव्य (Technology Policy Statement) 1983

प्रौद्योगिकी नीति वक्तव्य, 1983 की प्राथमिक विशेषता स्वदेशी प्रौद्योगिकियों के प्रसार एवं विकास के माध्यम से तकनीकी आत्मनिर्भरता प्राप्त करना थी। इस नीति में यह स्वीकार किया गया कि भारत को आयातित प्रौद्योगिकियों को अपनाने में कुशलता दिखानी चाहिए, किंतु यह राष्ट्रीय हित की कीमत पर नहीं किया जा सकता। इसलिए, भारत सरकार ने 'तकनीकी आत्मनिर्भरता की प्राप्ति, आबादी के सबसे कमजोर वर्गों की स्थितियों में तीव्र और ठोस सुधार और पिछड़े क्षेत्रों के त्वरित विकास' के लिए एक नीति बनाई।

इसका परिणाम 1983 का प्रौद्योगिकी नीति वक्तव्य था, जो एक राष्ट्रीय दृष्टि दस्तावेज़ (Vision Document) था। इसमें देश के आर्थिक विकास में प्रौद्योगिकी की महत्त्वपूर्ण भूमिका को स्वीकार किया गया था। यह नीति उस अवधि के दौरान तैयार की गई थी, जब विकसित देश आर्थिक विकास के लिए महत्त्वपूर्ण क्षेत्रों में प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के लिए अनिच्छुक थे। नीति में आत्मनिर्भरता के महत्त्व और प्रौद्योगिकी आधार को मजबूत करने पर बल दिया गया है। नीति-निर्माताओं ने महसूस किया कि आर्थिक स्वतंत्रता के बिना राजनीतिक स्वतंत्रता का प्रभाव सीमित है। यह नीति संपूर्ण भारतीय आबादी को विज्ञान और प्रौद्योगिकी से जोड़ने, दैनिक जीवन की चुनौतियों से निपटने के लिए वैज्ञानिक और तकनीकी रुझान को बढ़ावा देने पर केंद्रित है। इसने राष्ट्रीय प्रगति और विकास के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी को अपनाने की अनिवार्यता पर प्रकाश डालते हुए लोगों की मानसिकता में बदलाव के लिए एक स्पष्ट आह्वान के रूप में कार्य किया।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी नीति (Science & Technology Policy) 2003

नई सहस्राब्दी-2000 की शुरुआत तक यह अनुभव किया गया कि विज्ञान और प्रौद्योगिकी दोनों को एक संयुक्त नीति के साथ युक्तिसंगत और एकीकृत किया जाए। तत्कालीन प्रधानमंत्री श्री अटल बिहारी वाजपेयी ने कहा था: "हमें विज्ञान को लोगों तक ले जाना चाहिए।"

प्रमुख घटक (Key Components)

- इसका उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि विज्ञान का संदेश भारतीय समाज के प्रत्येक वर्ग, पुरुषों और महिलाओं, युवा और वृद्ध, सभी नागरिकों तक पहुँचे ताकि हम वैज्ञानिक सोच को बढ़ावा दें और एक प्रगतिशील और प्रबुद्ध समाज के रूप में उभरें। ऐसा करने का उद्देश्य सभी नागरिकों को विज्ञान और प्रौद्योगिकी के विकास और मानवता की बेहतरी के लिए इन प्रगतियों को लागू करने में सक्रिय रूप से भागीदार बनाना है।
- लोगों के भोजन, कृषि, पोषण, पर्यावरण, जल, स्वास्थ्य और ऊर्जा सुरक्षा को स्थायी तौर पर सुनिश्चित करना।
- विश्वविद्यालयों और अन्य शैक्षणिक, वैज्ञानिक और इंजीनियरिंग संस्थानों में वैज्ञानिक अनुसंधान को ऊर्जावान ढंग से बढ़ावा देना और आगामी मोर्चों के बारे में उत्साह की भावना प्रेषित करके और उपयुक्त रोजगार के अवसर पैदा करके प्रतिभाशाली युवाओं को विज्ञान और प्रौद्योगिकी में करिअर के लिए आकर्षित करना।
- सभी शैक्षणिक और अनुसंधान एवं विकास संस्थानों के लिए आवश्यक स्वायत्तता और कामकाज की स्वतंत्रता प्रदान करना ताकि वास्तव में रचनात्मक कार्यों के लिए माहौल को प्रोत्साहित किया जा सके। साथ ही यह सुनिश्चित किया जा सके कि देश में विज्ञान और प्रौद्योगिकी उद्यम अपनी सामाजिक जिम्मेदारियों और प्रतिबद्धताओं के प्रति पूरी तरह से प्रतिबद्ध हैं।
- विज्ञान और प्रौद्योगिकी में नवीनतम प्रगति का उपयोग करके, राष्ट्रीय रणनीतिक और सुरक्षा-संबंधी उद्देश्यों को पूरा करना।

विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं नवाचार नीति (Science Technology and Innovation Policy) 2013

प्रमुख बिंदु (Key Components)

- समाज के सभी वर्गों के मध्य वैज्ञानिक मानसिकता के प्रसार को बढ़ावा देना।
- सभी स्तरों के युवाओं के बीच विज्ञान के अनुप्रयोगों के लिए कौशल बढ़ाना।
- प्रतिभाशाली और मेधावी छात्रों के लिए विज्ञान, अनुसंधान और नवाचार में करिअर को आकर्षक बनाना।
- विज्ञान के कुछ चयनित अग्रणी क्षेत्रों में वैश्विक नेतृत्व हासिल करने के लिए अनुसंधान एवं विकास के लिए विश्व स्तरीय बुनियादी ढाँचे की स्थापना करना।
- 2020 तक भारत को शीर्ष पाँच वैश्विक वैज्ञानिक शक्तियों में स्थान दिलाना।
- विज्ञान, अनुसंधान और नवाचार प्रणाली के योगदान को समावेशी आर्थिक विकास एजेंडे के साथ जोड़ना तथा उत्कृष्टता और प्रासंगिकता की प्राथमिकताओं का संयोजन करना।
- अनुसंधान एवं विकास में निजी क्षेत्र की भागीदारी बढ़ाने के लिए उपयुक्त वातावरण स्थापित करना।
- अब तक के सफल मॉडलों को दोहराना और साथ-साथ नई पीपीपी संरचनाओं की स्थापना करके अनुसंधान एवं विकास आउटपुट/निर्गत को सामाजिक और व्यावसायिक अनुप्रयोगों में परिवर्तित करना संभव बनाना।
- नए तंत्रों के माध्यम से विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी आधारित उच्च जोखिम वाले नवाचारों को बढ़ावा देना।
- विज्ञान और प्रौद्योगिकी से प्राप्त ज्ञान से धन अर्जन करने वाले निष्पादन करने वालों को पहचानने, सम्मान देने और पुरस्कृत करने के लिए मानसिकता और मूल्य प्रणाली में बदलाव लाना।
- एक मजबूत राष्ट्रीय नवाचार प्रणाली की स्थापना करना।

भारत में नव-प्रवर्तन का दशक (Decade of Innovation in India) 2010-2020

नवाचार आज पारंपरिक अनुसंधान एवं विकास सीमाओं से आगे बढ़कर समाज के विभिन्न पहलुओं को प्रभावित कर रहा है। इसका अर्थ संगठनात्मक रचनात्मकता के विविध क्षेत्रों में नए उत्पादों, सेवाओं, प्रक्रियाओं के लिए विचारों का उपयोग करना है। नवाचार को विशेष रूप से वंचित आबादी के लिए धारणीय और लागत प्रभावी समाधान विकसित करने के साधन के रूप में तेजी से पहचाना जा रहा है और इसे विकासशील अर्थव्यवस्थाओं में समावेशी विकास के लिए एक महत्त्वपूर्ण रणनीति माना जाता है।

21वीं सदी में समृद्धि और राष्ट्रीय प्रतिस्पर्धात्मकता को बढ़ावा देने में नवाचार की महत्त्वपूर्ण भूमिका को स्वीकार करते हुए, भारत के तत्कालीन राष्ट्रपति ने 2010-2020 को 'नवाचार का दशक' (Decade of Innovation) घोषित किया। इस एजेंडे को आगे बढ़ाने के लिए, सार्वजनिक सूचना अवसंरचना और नवाचार (Public Information Infrastructure and Innovations: PIII) पर प्रधानमंत्री सलाहकार कार्यालय ने समावेशी विकास के भारतीय मॉडल पर ध्यान केंद्रित करते हुए नवाचार के लिए एक राष्ट्रीय रणनीति विकसित करने पर कार्य किया। इसका उद्देश्य भारत की विशिष्ट आवश्यकताओं और चुनौतियों के अनुरूप एक विकास मॉडल तैयार करना है।

भारत में समावेशी नवाचार के लिए रणनीतियों पर चर्चा, विश्लेषण और कार्यान्वयन के लिए पूर्व प्रधानमंत्री द्वारा श्री सैम पित्रोदा की अध्यक्षता में राष्ट्रीय नवाचार परिषद् (National Innovation Council: NInC) की स्थापना की गई थी। NInC का लक्ष्य

2010 से 2020 तक नवाचार के लिए एक रोडमैप तैयार करना था। यह देश में नवाचार को बढ़ाने के लिए नीतियाँ, सिफारिशें और कार्यप्रणाली प्रदान करने वाली एक सर्वसमावेशी (क्रॉसकटिंग) प्रणाली के रूप में कार्य करता है। भारत में नवाचार की एक लंबी परंपरा है तथा हमारे पास देश के भीतर और प्रवासी भारतीयों में नवोन्वेषी गतिविधियों में संलग्न लोगों का एक महत्त्वपूर्ण समूह है।

देश में नवाचार प्रक्रिया को प्रोत्साहित करने के लिए सरकार, अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं, विश्वविद्यालयों और अलग-अलग क्षेत्रकों सहित विभिन्न क्षेत्रों में नवाचारों को पहचानना और अंगीकार करना आवश्यक है। NInC भारत में एक नवाचार आंदोलन बनाने के लिए क्षेत्र विशेषज्ञों, हितधारकों और प्रमुख प्रतिभागियों के साथ सहयोग की सुविधा के लिए एक मंच के रूप में कार्य करता है। इसका लक्ष्य मानसिकता में बदलाव लाना और जमीनी स्तर पर उत्साह पैदा करना है। यह सुनिश्चित करना है कि शिक्षा, व्यवसाय, सरकार, गैर-सरकारी संगठनों, शहरी और ग्रामीण विकास में नवीन गतिविधियों में संलग्न अधिक-से-अधिक व्यक्तियों को साथ में जोड़ा जाए और वे राष्ट्रीय नवाचार रणनीति को आकार देने में योगदान दें।

भारतीय नव-प्रवर्तन दशक का पाँच सूत्रीय एजेंडा निम्नलिखित है:

1. 21वीं सदी का राष्ट्रीय नव-प्रवर्तन पारिस्थितिकी तंत्र बनाना
2. एक समावेशी नवाचार पहल शुरू करना
3. नवोन्मेषी भारतीय संस्थानों का निर्माण करना
4. नवोन्मेषी भारतीय उद्योग का निर्माण करना
5. नवोन्मेषी भारतीय सोच और मानसिकता का निर्माण करना

समावेशी नवाचार के वाहक इस प्रकार होंगे:

- लक्षित वित्त-पोषण,
- भारतीय समावेशी नवाचार एजेंडा को चलाने के लिए संस्थागत अधिदेश (Mandate),
- सभी हितधारकों के लिए उपयुक्त रूप से डिजाइन किया गया प्रोत्साहन (राजकोषीय सहित),
- 'समावेशी नवाचार' अधिदेश को पूरा करने वाले उत्पादों पर सरकारी खरीद और मूल्य प्राथमिकता,
- 'भारतीय समावेशी नवाचार' को बढ़ावा देने के लिए अनुकूल नीतिगत ढाँचा।

विज्ञान प्रौद्योगिकी और नवाचार नीति (Science Technology and Innovation Policy: STIP), 2020

उद्देश्य (Aim)

देश के सामाजिक-आर्थिक विकास को प्रेरित करने हेतु भारतीय विज्ञान प्रौद्योगिकी और नवाचार (STI) पारिस्थितिकी तंत्र की शक्तियों और कमजोरियों की पहचान करना एवं उनका पता लगाना तथा भारतीय विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार पारिस्थितिकी तंत्र को वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्द्धी बनाना।

मुख्य धारणा (Main Philosophy)

- पिछली STI नीतियाँ, जो संरचना में बड़े पैमाने पर शीर्ष-संचालित थीं, उनके विपरीत यह नीति विकेंद्रीकृत, साक्ष्य-सूचित (Evidence-informed), ऊर्ध्वगामी (Bottom-up) उपागम, विशेषज्ञों द्वारा संचालित और समावेशी होने के मूल सिद्धांतों का अनुसरण करती है।
- इसका लक्ष्य एक मजबूत नीति प्रशासन तंत्र के साथ गतिशील होना है, जिसमें आवधिक समीक्षा (Periodic review), मूल्यांकन, प्रतिपुष्टि (Feedback), अनुकूलन (Adaptation) और सबसे महत्त्वपूर्ण बात, नीति उपकरणों के लिए समय पर निकास रणनीति शामिल है।
- STI को आने वाले दशक में भारत को शीर्ष तीन वैज्ञानिक महाशक्तियों में स्थापित करने के दृष्टिकोण से निर्देशित किया जाएगा। इसके लिए जन-केंद्रित STI पारिस्थितिकी तंत्र के माध्यम से महत्त्वपूर्ण मानव पूँजी को आकर्षित करना, पोषण करना, मजबूत करना और बनाए रखना।

ओपन साइंस फ्रेमवर्क (The Open Science Framework)

ओपन साइंस फ्रेमवर्क निम्नलिखित के माध्यम से विज्ञान में अधिक न्यायसंगत भागीदारी को बढ़ावा देता है:

- अनुसंधान आउटपुट/निर्गत तक पहुँच में वृद्धि;
- अनुसंधान में अधिक पारदर्शिता, समग्रता और जवाबदेहिता;
- अनुसंधान आउटपुट और बुनियादी ढाँचे के पुनः उपयोग पर न्यूनतम प्रतिबंधों के माध्यम से बेहतर संसाधन उपयोग और
- ज्ञान के उत्पादकों और उपयोगकर्ताओं के बीच ज्ञान का निरंतर आदान-प्रदान सुनिश्चित करना।

समावेशन सिद्धांत (Inclusion principles)

- नीति में प्रस्तावित है कि सभी निर्णय लेने वाले निकायों में महिलाओं का कम-से-कम 30% प्रतिनिधित्व सुनिश्चित किया जाए, साथ ही लेस्बियन, गे, बाइसेक्शुअल, ट्रांसजेंडर, क्यूर (LGBTQ+) समुदाय से जुड़े वैज्ञानिकों को "जीवनसाथी लाभ" (Spousal Benefits) प्रदान किए जाएँ।
- एक ही विभाग या प्रयोगशाला में कर्मचारी के तौर पर नियुक्त होने वाले विवाहित युगल की एक साथ कार्य करने में बाधा को हटाना।
- अभी तक विवाहित युगल एक ही विभाग में कार्य नहीं कर सकते थे। इस कारण रोजगार छोड़ने के मामले सामने आते हैं या जब कोई सहकर्मी विवाह करने का फैसला करता है, तो उसकी ईच्छा के बिना उसका स्थानांतरण कर दिया जाता है।

- चयन, पदोन्नति, पुरस्कार या अनुदान से संबंधित मामलों में आयु-संबंधी छूट के लिए 'शैक्षणिक आयु' को आधार बनाया जाए, न कि लैंगिक आयु-सीमा को।

वित्तीयन में सुधार (Funding improvements)

- भारत का अनुसंधान और विकास पर सकल घरेलू व्यय (Gross domestic expenditure on R&D: GERD) सकल घरेलू उत्पाद (GDP) का 0.6% है। यह अन्य प्रमुख अर्थव्यवस्थाओं की तुलना में अपेक्षाकृत कम है, जिनका GERD-से-GDP अनुपात 1.5% से 3% तक है।
- R&D में इस कम निवेश के लिए निजी क्षेत्र के अपर्याप्त योगदान जिम्मेदार ठहराया जा सकता है, जो भारत में कुल R&D गतिविधियों का 40% से भी कम है। इसके विपरीत, तकनीकी रूप से उन्नत देशों में अकसर निजी क्षेत्र का योगदान GERD में लगभग 70% होता है।
- विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार नीति (STIP) ने महत्त्वपूर्ण सिफारिशें प्रस्तावित की हैं। एक प्रमुख सुझाव में केंद्र और राज्य दोनों स्तरों पर विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार (STI) फंडिंग (वित्तीयन) परिदृश्य का विस्तार करना शामिल है।
- इसने उद्योग के लिए वित्तीय सहायता और राजकोषीय प्रोत्साहन को बढ़ावा देकर निजी क्षेत्र की अनुसंधान एवं विकास भागीदारी का लाभ उठाने के लिए प्रोत्साहन तंत्र को बढ़ाया है।

विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार नीति निम्नलिखित व्यापक दृष्टिकोण द्वारा निर्देशित होगी:

- तकनीकी आत्मनिर्भरता हासिल करना और आने वाले दशक में भारत को शीर्ष तीन वैज्ञानिक महाशक्तियों में स्थान दिलाना।
- 'जन केंद्रित' विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार (STI) पारिस्थितिकी तंत्र के माध्यम से महत्त्वपूर्ण मानव पूँजी को आकर्षित करना, पोषण करना, मजबूत करना और बनाए रखना।
- प्रत्येक 5 वर्ष में पूर्णकालिक समकक्ष (Full-Time Equivalent: FTE) शोधकर्ताओं की संख्या, आर एंड डी (GERD) पर सकल घरेलू व्यय और GERD में निजी क्षेत्र के योगदान को दोगुना करना।
- आने वाले दशक में उच्चतम स्तर की वैश्विक मान्यता और पुरस्कार प्राप्त करने की आकांक्षा के साथ विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार (STI) में व्यक्तिगत और संस्थागत उत्कृष्टता का निर्माण करना।

1.5 विज्ञान और प्रौद्योगिकी में भारतीय व्यक्तित्व (Indian Gems in Science and Technology)

भारत ऋषि-मुनियों और वैज्ञानिकों की भूमि रही है। प्राचीनकाल से ही प्रयोगशालाओं के आधुनिक स्वरूप के अस्तित्व में आने से बहुत पहले ही भारत ने वैज्ञानिक आविष्कारों और खोजों की दुनिया में अपने कदम जमा लिए थे। दुनिया में सबसे अच्छा स्टील (इस्पात) बनाने से लेकर दुनिया को गिनती सिखाने तक, कई अभूतपूर्व योगदान हैं। इनमें से कुछ महान अन्वेषकों और खोजकर्ताओं का विवरण उनके अंतहीन योगदान के साथ नीचे उल्लेखित किया गया है:

आर्यभट्ट (Aryabhatta)

आर्यभट्ट का जन्म 476 ई. में हुआ था। आर्यभट्ट गुप्त काल के महानतम खगोलशास्त्री और गणितज्ञ थे। इन्होंने 'आर्यभटीय' (Aryabhatiya) ग्रंथ की रचना की, जिसमें खगोल शास्त्र (Astronomy) के अनेक सिद्धांतों का प्रतिपादन है। यह ग्रंथ भारतीय गणितीय साहित्य में एक व्यापक मार्गदर्शक के रूप में कार्य करता है और आज भी जाना जाता है। आर्यभटीय के गणितीय भाग में अंकगणित (Arithmetic), बीजगणित (Algebra), समतल त्रिकोणमिति (Plane Trigonometry) और गोलाकार त्रिकोणमिति (Spherical Trigonometry) शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, इस ग्रंथ में निरंतर भिन्नों (Continued fractions), द्विघात समीकरणों (Quadratic equations), घात शृंखला योगों (Sums-of-power series) और यहाँ तक कि ज्या (Sines) की एक तालिका भी शामिल है।

आर्यभट्ट का एक और उल्लेखनीय कार्य आर्य-सिद्धांत (Arya-siddhanta) है, जो प्राचीन सूर्य सिद्धांत पर आधारित है। यह आर्यभटीय के विपरीत, मध्यरात्रि-दिन (Midnight-day) की गणना का अनुसरण करता है, जिसमें सूर्योदय का उपयोग किया जाता है। आर्य-सिद्धांत में विभिन्न खगोलीय उपकरणों का भी वर्णन किया गया है, जैसे सूक्ति यंत्र (शंकु-यंत्र), छाया यंत्र, कोण मापने वाले उपकरण, अर्ध-वृत्ताकार और गोलाकार उपकरण (धनुर-यंत्र/चक्र-यंत्र), एक बेलनाकार छड़ी (यस्तियंत्र), एक छतरी के आकार का उपकरण (छत्र-यंत्र), और दो प्रकार की जल घड़ियाँ (धनुष के आकार की और बेलनाकार)। आर्यभट्ट का प्रभाव उनके समय से भी आगे तक फैला हुआ है। क्योंकि खगोल विज्ञान में उनके काम ने सौरमंडल की गति, ग्रहण, साम्पातिक काल (Sidereal periods) और यहाँ तक कि सूर्य केंद्रीय सिद्धांत (Heliocentrism) की व्याख्या भी की। उनके योगदान ने भारतीय

खगोलीय परंपरा को महत्त्वपूर्ण रूप से प्रभावित किया और अनुवाद के माध्यम से पड़ोसी संस्कृतियों को प्रभावित किया।

वराहमिहिर (Varahamihira)

वराहमिहिर का जन्म 505 ई. में हुआ था। ये जल विज्ञान, मौसम विज्ञान, ज्योतिष, खगोल विज्ञान और भूकंप विज्ञान जैसे विभिन्न क्षेत्रों में निपुण थे। उनका सबसे महत्त्वपूर्ण ग्रंथ बृहत् संहिता (BrihatSamhita) है।

बृहत् संहिता में कुल लगभग 4000 श्लोक (संस्कृत में छंद) के साथ 106 अध्याय हैं। विषयों की विस्तृत शृंखला शामिल है, जिसमें मानव जीवन पर ग्रहों की चाल और प्राकृतिक घटनाओं का प्रभाव, भूगोल, खड्ग (तलवार) की विशेषताएँ, अंगविद्या, वास्तुकला (Architecture), प्रतिमा विज्ञान (Iconography), लोगों और जानवरों की शुभ और अशुभ विशेषताएँ, शगुन, सौंदर्य प्रसाधनों का निर्माण, वनस्पति विज्ञान, और कीमती पत्थरों का विज्ञान (रत्न विज्ञान) इत्यादि विषय शामिल हैं। जिन विषयों पर चर्चा की गई है, उनमें बादल निर्माण, वर्षा, उपयुक्त ग्रह संयोजन, तत्काल वर्षा के संकेत, तूफान आदि शामिल हैं। वराहमिहिर के गणितीय कार्य में त्रिकोणमितीय सूत्रों की खोज शामिल थी। वराहमिहिर ने आर्यभट्ट प्रथम की ज्या सारणी (Sine tables) की सटीकता में सुधार किया। अंकगणित में, उन्होंने शून्य के साथ-साथ ऋणात्मक संख्याओं के बीजगणितीय गुणों को परिभाषित किया। वह पहले गणितज्ञों में से एक थे, जिन्होंने उस संस्करण की खोज की, जिसे अब पास्कल के त्रिकोण के रूप में जाना जाता है। उन्होंने इसका उपयोग द्विपद गुणांकों (Binomial coefficients) की गणना के लिए किया। वे विद्या का सम्मान करते थे, चाहे वह कहीं भी उपलब्ध रही हो। और वे यूनानियों के ज्योतिषीय साहित्य से गहराई से परिचित थे, जिसका उल्लेख उन्होंने अपनी रचनाओं में किया है।

भास्कराचार्य (Bhaskaracharya)

भास्कराचार्य के ग्रंथ सिद्धांत शिरोमणि (Siddhanta Shiromani) को उन 700 वर्षों के दौरान हुए सभी खगोलीय कार्यों का शिखर माना जाता है। इसे उपयुक्त रूप से प्राचीन भारतीय खगोल विज्ञान और गणित का सार कहा जा सकता है। इसे चार भागों में विभाजित किया गया है, लीलावती (Lilawati), बीजगणित (Beejaganit), गणिताध्याय (Ganitadhyaya) और गोलाध्याय (Goladhyaya)।

भास्कराचार्य की खगोलीय उपलब्धियाँ

- पृथ्वी समतल नहीं है और इसका कोई आधार नहीं है, साथ ही इसमें एक प्रकार की आकर्षण शक्ति है।
- पृथ्वी के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों पर छह महीने का दिन और छह महीने की रात होती है।
- पृथ्वी का वायुमंडल 96 किमी. तक विस्तृत है और इसके सात भाग हैं।
- पृथ्वी के वायुमंडल से परे एक निर्वात (Vacuum) है।
- उन्हें विषुव (Equinoxes) की पूर्वता [movement of the equinoxes along the ecliptic] का ज्ञान था। उन्होंने मेष राशि के पहले दस्तावेज से इसके बदलाव का मान 11 डिग्री लिया। हालाँकि, उस समय यह लगभग 12 डिग्री था।
- भास्कराचार्य द्वारा विकसित अवधारणाएँ और पद्धतियाँ आज भी प्रासंगिक हैं।

जगदीश चंद्र बसु (Jagadish Chandra Bose)

जगदीश चंद्र बसु ने सेंट जेवियर्स कॉलेज कोलकाता में भौतिकी का अध्ययन किया था, किंतु उनकी रूचि वनस्पति विज्ञान में थी। वह अंकुरित पौधों की जड़ों की जाँच करने के लिए उन्हें उखाड़ते थे और फूल वाले पौधे उगाते थे और उनकी वृद्धि को बारीकी से देखते थे। बसु ने अपवर्तन (Refraction), विवर्तन (Diffraction) और ध्रुवीकरण (Polarization) पर प्रयोग किए। उन्होंने इन प्रयोगों के लिए आवश्यक उपकरण स्वयं तैयार किए और अस्थायी प्रयोगशाला में किए गए प्रयोगों के परिणामस्वरूप अंततः विद्युत चुंबकीय तरंगें उत्पन्न करने के लिए एक उपकरण का आविष्कार हुआ।

नवंबर 1894 में, जगदीश चंद्र बसु ने विद्युत चुंबकीय तरंगों का उपयोग करके वायरलेस ट्रांसमिशन (बेतार प्रसारण) का पहला सार्वजनिक प्रदर्शन करके एक अभूतपूर्व उपलब्धि हासिल की। उन्होंने इन तरंगों का उपयोग घंटी बजाने और यहाँ तक कि दूर से बारूद के एक छोटे से चार्ज को विस्फोट करने के लिए किया। बसु ने पारंपरिक रेडियो तरंगों के बजाय मिमी. रेंज में तरंगदैर्ध्य वाले माइक्रोवेव का उपयोग किया। बाद में, उन्होंने रिसीवर बनाने के लिए गैलेना क्रिस्टल (Galena crystals) के उपयोग की शुरुआत की, जो लघु तरंगदैर्ध्य रेडियो तरंगों तथा श्वेत एवं पराबैंगनी प्रकाश दोनों पर लागू होता है।

1901 में, बसु ने अकार्बनिक पदार्थों की विद्युत प्रतिक्रिया (Electric Response of Inorganic Substances) पर रॉयल सोसाइटी (Royal Society) को एक प्रारंभिक नोट प्रस्तुत किया, जिसमें पौधों से यांत्रिक उद्दीपनों (Mechanical Stimulations) के प्रति विद्युत प्रतिक्रिया का प्रदर्शन किया गया था। हालाँकि, इस पेपर को विरोध का सामना करना पड़ा और मुख्य रूप से उस समय के एक प्रमुख इलेक्ट्रो-फिजियोलॉजिस्ट सर जॉन बर्डन

सैंडर्सन (John Burdon Sanderson) के प्रतिरोध के कारण प्रकाशित नहीं किया गया।

1904 में, उन्होंने रॉयल सोसाइटी को शोध-पत्रों की एक श्रृंखला सौंपी, जिसमें पादपों और जंतुओं दोनों की विद्युत और यांत्रिक प्रतिक्रियाओं में समानता पर प्रकाश डाला गया। शरीर विज्ञान में उनकी रुचि ने उनकी आविष्कारशील प्रतिभा को बढ़ावा दिया। पौधों के ऊतकों की यांत्रिक प्रतिक्रिया का अध्ययन करने के लिए, उन्होंने पादपकार्यिकी (Plant physiology) में ऑप्टिकल लीवर की शुरुआत की। जिससे पौधों की सूक्ष्म गतिविधियों के आवर्धन और फोटोग्राफिक रिकॉर्डिंग संभव हुई। बसु ने रेजोनेंट रिकॉर्डर में विद्धता प्राप्त की, जिससे छुई मुई का पौधा (Touch Me Not Plant), मिमोसा पुडिका जैसे पौधों के लिए प्रतिक्रिया की अव्यक्त अवधि (Latent period) निर्धारित करने में उल्लेखनीय सटीकता प्रदान की गई।

पादपकार्यिकी में जगदीश चंद्र बसु का योगदान उनके सरल आविष्कारों के साथ जारी रहा, अपने शोध को सुविधाजनक बनाने के लिए, उन्होंने स्वचालित रिकॉर्डर का निर्माण किया, जो अत्यंत सूक्ष्म गति को दर्ज करने में सक्षम थे। इन उपकरणों ने कुछ आश्चर्यजनक परिणाम दर्शाए, जैसे कि घायल पौधों का काँपना, जिसे बोस ने पौधों में महसूस करने की शक्ति के रूप में व्याख्यायित किया। क्रेस्कोग्राफ (Crescograph) पादपों की वृद्धि को मापने वाला एक यंत्र है। उन्होंने क्रेस्कोग्राफ तैयार करके पौधों की माइक्रोग्राफिक विकास गतिविधियों को रिकॉर्ड करने के विषय को भी संबोधित किया। इस उपकरण के साथ, उन्होंने 10,000 गुना का आवर्धन (Magnification) प्राप्त किया, जो विभिन्न बाहरी उत्तेजनाओं के माध्यम से पौधों के ऊतकों की वृद्धि को स्वचालित रूप से रिकॉर्ड करने में सक्षम था। बाद में, उन्होंने एक से दस मिलियन गुना तक आवर्धन प्राप्त करते हुए अपने चुंबकीय क्रेस्कोग्राफ को पूर्ण किया।

चंद्रशेखर वेंकट रमन (C.V. Raman)

प्रायोगिक भौतिकी के क्षेत्र में एक महान व्यक्तित्व, चंद्रशेखर वेंकट रमन, सदी के महानतम वैज्ञानिकों में से एक हैं। उन्होंने भौतिकी में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित होने वाले पहले एशियाई वैज्ञानिक बनकर इतिहास रच दिया। रमन की खोज की अटूट भावना और विज्ञान के प्रति उनकी गहन भक्ति ने भारत में वैज्ञानिक अनुसंधान की नींव स्थापित करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई। रमन के योगदान ने न केवल उन्हें एक वैज्ञानिक के रूप में प्रतिष्ठित पहचान दिलाई, बल्कि छात्रों की कई पीढ़ियों के लिए प्रेरणा के प्रतीक के रूप में भी कार्य किया।

रमन प्रभाव और नोबेल पुरस्कार (Raman Effect and Nobel Prize)

हीरे के भौतिक गुणों से मंत्रमुग्ध होकर चंद्रशेखर वेंकट रमन ने अपनी प्रयोगशालाओं में प्रत्येक शोधकर्ता का ध्यान इस सरल प्रतीत होने वाली क्रिस्टल संरचना की भौतिकी का अध्ययन करने की ओर निर्देशित किया। इसी समय के दौरान रमन ने प्रकाश के प्रकीर्णन में एक अभूतपूर्व खोज की, जिससे उन्हें दुनियाभर में प्रसिद्धि मिली। यह खोज, जिसे व्यापक रूप से रमन प्रभाव के नाम से जाना जाता है, भूमध्य सागर के आश्चर्यजनक नीले रंग से उत्पन्न हुई। लॉर्ड रेले की इस धारणा के विपरीत कि आकाश के प्रतिबिंब के कारण समुद्र नीला दिखाई देता है, कलकत्ता लौटने पर रमन ने निष्कर्ष निकाला कि यह समुद्री जल में प्रकाश अणुओं का प्रकीर्णन (Scattering of light molecules) था, जिससे समुद्री जल नीला दिखाई देता है। इस सफलता के बाद, रमन और उनके छात्रों ने कई प्रयोग किए और विविध माध्यमों में प्रकाश के आणिवक प्रकीर्णन के विभिन्न नियमों की स्थापना की और रमन की प्रयोगशाला से 56 मूल शोध पत्र प्रकाशित हुए।

रमन ने अंततः इस मुद्दे को सुलझाने का फैसला किया और के. एस. कृष्णन के साथ मिलकर तरल पदार्थों और वाष्पों में असामान्य प्रकीर्णन पर प्रायोगिक कार्य किया। इस घटना ने दुनियाभर के अनुसंधानकर्ताओं का ध्यान खींचा और यह रमन प्रभाव के रूप में प्रसिद्ध हो गया। प्रकीर्णित प्रकाश में वर्णक्रमीय रेखाओं (Spectral lines) को अब 'रमन रेखाएँ' के नाम से जाना जाता है। 1954 में, रमन को भारत सरकार के सबसे बड़े सम्मान - भारत रत्न से सम्मानित किया गया।

होमी भाभा (Homi Bhabha)

होमी जहाँगीर भाभा भारत के नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम के वास्तुकार हैं। उन्होंने क्वांटम सिद्धांत और ब्रह्मांडीय विकिरण में महत्त्वपूर्ण योगदान दिया। वह भारत के नाभिकीय ऊर्जा आयोग के पहले अध्यक्ष थे।

आयोग की जिम्मेदारियों में शामिल हैं:

- नाभिकीय अनुसंधान हेतु आवश्यक सामग्रियों के लिए भारतीय मृदा का सर्वेक्षण करना।
- नाभिकीय रिएक्टरों का निर्माण करना।
- नाभिकीय सामग्रियों का शुद्धिकरण, मौलिक अनुसंधान करना और 184 प्रशिक्षण कार्यक्रम विकसित करना।

भारत के नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम की यात्रा नाभिकीय ऊर्जा आयोग की स्थापना के साथ शुरू हुई, जो शुरू में टाटा मूलभूत

अनुसंधान संस्थान (TIFR) के वैज्ञानिकों की सेवाओं पर निर्भर था। समय के साथ, आयोग का दायरा बढ़ता गया, जिससे 1954 में नाभिकीय ऊर्जा विभाग (Department of Atomic Energy) का निर्माण हुआ। यह विभाग सीधे प्रधानमंत्री नेहरू के नियंत्रण में संचालित होता था। इसके बाद, ट्रॉम्बे में नाभिकीय ऊर्जा प्रतिष्ठान (Atomic Energy Establishment) स्थापित करने का निर्णय लिया गया, जो शांतिपूर्ण उद्देश्यों के लिए नाभिकीय ऊर्जा को लागू करने के लिए समर्पित था।

इस पहल में एक प्रमुख व्यक्ति डॉ. होमी जे. भाभा ने भारत के नाभिकीय परिदृश्य को आकार देने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई। उनका उद्देश्य नाभिकीय क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त करना था। भाभा ने अन्य देशों से प्राप्त विशेषज्ञता को स्वीकार करते हुए, देश के कच्चे माल का उपयोग करने के साथ-साथ भारत के अपने वैज्ञानिकों और प्रौद्योगिकीविदों के समूह का लाभ उठाने के महत्त्व पर बल दिया।

भाभा के नेतृत्व में, भारत की नाभिकीय क्षमताओं में कई महत्त्वपूर्ण योगदान दिए गए। अप्सरा रिएक्टर, यूरेनियम और जिरकोनियम संयंत्र तथा वान डी. ग्रैफ और साइक्लोट्रॉन जैसे उन्नत उपकरण जैसी पहल भाभा की ओर से राष्ट्र को उल्लेखनीय उपहार थे। भाभा के प्रयासों की पराकाष्ठा 18 मई, 1974 को हुई, जब भारत ने राजस्थान के पोखरण में शांतिपूर्ण उद्देश्यों के लिए अपना पहला नाभिकीय परीक्षण किया। यह एक ऐतिहासिक क्षण था, जिससे भारत दुनिया की छठी नाभिकीय शक्ति बन गया।

सत्येंद्र नाथ बोस (S.N. Bose)

एक प्रतिष्ठित बंगाली-भारतीय भौतिक विज्ञानी और गणितज्ञ, सत्येंद्र नाथ बोस, 'बोस-आइंस्टीन कंडेनसेट' की अभूतपूर्व अवधारणा पर अल्बर्ट आइंस्टीन के साथ कार्य करने के लिए प्रसिद्ध हैं। इसके अतिरिक्त, बोस बोसॉन कण के लिए भी प्रसिद्ध हैं।

हिग्स बोसॉन (Higgs Boson), जिसे अक्सर 'गॉड पार्टिकल' (God particle) कहा जाता है, का नाम बोस के नाम पर पड़ा है। विज्ञान के इतिहास में एक लंबी अवधि तक चलने वाली हिग्स बोसॉन कण की खोज बोस के योगदान से प्रेरित थी। बोस और आइंस्टीन द्वारा सह-लिखित मूलभूत पेपर ने उप-नाभिकीय कणों को दो वर्गों में वर्गीकृत करने का आधार बनाया - बोसॉन (बोस के नाम पर) और फर्मियन (इतालवी भौतिक विज्ञानी एनरिको फर्मी के नाम पर)।

बोस का महत्त्वपूर्ण योगदान पदार्थ अवस्थाओं के दायरे तक फैला हुआ है, विशेष रूप से पाँचवीं अवस्था, जिसे बोस-आइंस्टीन कंडेनसेट (Bose-Einstein condensate) के रूप में जाना जाता है। पदार्थ की यह स्थिति तब प्राप्त होती है, जब नाभिकीयओं के एक समूह को परम शून्य (Absolute zero) तापमान पर ठंडा किया जाता है। इस तापमान पर, नाभिकीय एक-दूसरे के सापेक्ष न्यूनतम गति प्रदर्शित करते हैं, जिससे एकसाथ एकत्रित हो जाते हैं और समान ऊर्जा अवस्था में प्रवेश करते हैं। सरल शब्दों में, वे एक जैसे हो जाते हैं और पूरा समूह ऐसा व्यवहार करने लगता है मानो वह एक ही नाभिकीय हो। बोस की इस खोज का वैज्ञानिक अनुसंधान पर गहरा प्रभाव पड़ा, विशेषकर यूरोपीय नाभिकीय अनुसंधान संगठन (CERN) जैसे संस्थानों में।

सुब्रह्मण्यम चंद्रशेखर (S. Chandrashekhar)

सुब्रह्मण्यम चंद्रशेखर एक सम्मानित खगोल भौतिकीविद् हैं। जिन्होंने तारकीय वस्तुओं (Stellar objects), ब्लैक होल, सफेद बौने तारों और विभिन्न खगोलीय घटनाओं के बारे में विकास को दृढ़ता से प्रभावित किया है। उनके महत्त्वपूर्ण योगदान ने खगोल भौतिकी के क्षेत्र को गहराई से प्रभावित किया है। उनके उल्लेखनीय योगदानों में न्यूटन के प्रिंसिपिया तारकीय गतिशीलता (Principia stellar dynamics), स्टोकेस्टिक प्रक्रियाएँ (Stochastic process, विकिरण हस्तांतरण (Radiative transfer), हाइड्रोजन आयन का क्वांटम सिद्धांत (Quantum theory of the hydrogen anion), जलगतिकी (Hydrodynamic) और जलचुंबकीय स्थिरता (Hydromagnetic stability), विक्षोभ (Turbulence), सामान्य सापेक्षता (General relativity), ब्लैक होल का गणितीय सिद्धांत और गुरुत्वाकर्षण तरंगों के टकराने का सिद्धांत शामिल हैं। उन्होंने 1983 में "तारों की संरचना और विकास के लिए महत्त्वपूर्ण भौतिक प्रक्रियाओं के सैद्धांतिक अध्ययन के लिए" भौतिकी में नोबेल पुरस्कार जीता।

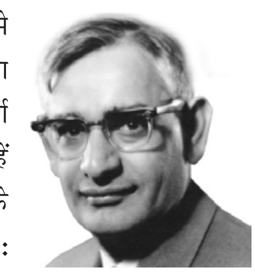
जब वह भारत से इंग्लैंड की यात्रा पर निकले, तो उन्होंने तारों की मृत्यु के बारे में विचार करने में काफी समय बिताया। इस चिंतन के दौरान, उन्होंने 1930 में "चंद्रशेखर सीमा" नामक एक नए सिद्धांत का पता लगाया। चंद्रशेखर सीमा एक बौने तारे (White dwarf) के अधिकतम द्रव्यमान को संदर्भित करती है। श्वेत वामन तारों (White Dwarf Star) के द्रव्यमान की ऊपरी सीमा सौर द्रव्यमान की 1.44 गुना है, इसको ही चंद्रशेखर सीमा कहते हैं। इसके अनुसार, सूर्य से 1.44 गुना द्रव्यमान वाला तारा, श्वेत बौना तारा (White Dwarf Star) नहीं बनता, बल्कि वह लगातार विलोपित होता हुआ अपने गैसीय आवरण को सुपरनोवा विस्फोट में उड़ाकर न्यूट्रॉन तारे (Neutron Star) या कृष्ण विविर (Black hole) के रूप में परिवर्तित हो जाता है।

ए.पी.जे. अब्दुल कलाम (A.P.J Abdul Kalam)

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम न केवल एक प्रतिभाशाली वैज्ञानिक थे, बल्कि एक असाधारण शिक्षक और लोगों के प्रिय राष्ट्रपति भी थे। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (Indian Space Research Organisation) में, वह भारत के पहले स्वदेशी रूप से डिजाइन और निर्मित उपग्रह प्रक्षेपण यान SLV-III के परियोजना निदेशक थे। बाद में, 1982 में, जब वह रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन (DRDO) में फिर से शामिल हुए, तो उन्होंने एक मिसाइल कार्यक्रम की योजना बनाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई। जिसके कारण कई सफल मिसाइलों का विकास हुआ, और उन्हें "मिसाइल मैन" उपनाम मिला। विज्ञान, मानवता और प्रौद्योगिकी में उनके योगदान को कभी भी शब्दों में अभिव्यक्त नहीं किया जा सकता है। यहाँ डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम के कुछ शीर्ष योगदान दिए गए हैं, जिन्होंने उन्हें पूरे देश के लिए एक रोल मॉडल के रूप में परिवर्तित कर दिया:

1. **उपग्रह प्रक्षेपण यान** (Satellite Launch Vehicle: SLV): जुलाई 1980 में, डॉ. कलाम ने SLV III को सफलतापूर्वक प्रक्षेपित किया, यह उस युग को देखते हुए एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धि थी। इस प्रक्षेपण ने रोहिणी उपग्रह (Rohini Satellite) को पृथ्वी की कक्षा में स्थापित किया, जो डॉ. कलाम के लगभग एक दशक के समर्पित प्रयास एवं अथक् परिश्रम का प्रतिनिधित्व करता है।
2. **एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम** (Integrated Guided Missile Development Program): डॉ. कलाम ने एकीकृत निर्देशित मिसाइल विकास कार्यक्रम के CEO के रूप में कार्य किया। इस जिम्मेदारी से पीछे हटने के बजाय कलाम ने इसे सफल बनाने के लिए हर संभव कोशिश की। उनके नेतृत्व में कार्यक्रम ने अग्नि (एक बैलिस्टिक मिसाइल) और पृथ्वी (सतह से सतह पर मार करने वाली मिसाइल) जैसी उन्नत मिसाइलें विकसित करने में सफलता हासिल की।
3. **पोखरण-द्वितीय नाभिकीय परीक्षण** (Pokhran-II Nuclear Tests): जुलाई, 1992 और दिसंबर, 1999 के बीच रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन के सचिव और प्रधानमंत्री के मुख्य वैज्ञानिक सलाहकार के रूप में अपने कार्यकाल के दौरान, उन्होंने बड़े निर्णय लिए। पोखरण-द्वितीय नाभिकीय परीक्षणों में डॉ. कलाम की गहन तकनीकी और राजनीतिक मदद ने उन्हें मीडिया में खूब कवरेज दिलाई और उन्हें देश के सर्वश्रेष्ठ जीवित नाभिकीय वैज्ञानिक के रूप में स्थापित किया।
4. **कलाम-राजू टैबलेट** (Kalam-Raju Tablet): डॉ. कलाम और प्रसिद्ध हृदय रोग विशेषज्ञ सोमा राजू ग्रामीण भारत में वंचित लोगों के स्वास्थ्य की देखभाल के लिए 2012 में एक मजबूत टैबलेट कंप्यूटर (rugged tablet computer) लेकर आए। इससे सरकार को कई स्वास्थ्य मुद्दों को संबोधित करने में मदद मिली।
5. **मिशन 2020** (Mission 2020): डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम एक दूरदर्शी व्यक्ति थे, जिन्होंने 2020 तक भारत को एक विकसित राष्ट्र बनने का सपना देखा था। उनका हमेशा मानना था कि शिक्षा और प्रभावशाली युवा भारत को नई ऊँचाइयों पर ले जा सकते हैं। वह आने वाले दिनों में भारत की सफलता देखने के लिए मौजूद नहीं रहेंगे, लेकिन उनका मार्गदर्शन और आशीर्वाद निश्चित रूप से देश को उनके सपने को पूरा करने में मदद करेगा।

हर गोबिंद खुराना (Har Gobind Khorana)



पश्चिमी पाकिस्तान के रायपुर में जन्मे हर गोबिंद खुराना ने आनुवंशिक सूचना हस्तांतरण की समझ में महत्त्वपूर्ण योगदान दिया। उनकी शोध-यात्रा उन्हें इंग्लैंड, स्विट्जरलैंड और कनाडा के विश्वविद्यालयों से होते हुए अंततः विस्कॉन्सिन विश्वविद्यालय तक ले गई। जहाँ उनके अभूतपूर्व काम ने उन्हें शरीर क्रिया विज्ञान या मेडिसिन में नोबेल पुरस्कार दिलाया।

1950 के दशक के दौरान, वैज्ञानिक समुदाय ने स्थापित किया कि आनुवंशिक सूचना (Genetic information) डीएनए से आरएनए और अंततः प्रोटीन में प्रवाहित होती है। डीएनए अनुक्रमों को कौन-सा कोड प्रोटीन में परिवर्तित करता है? यह एक पहेली थी, जिसे हल करने की आवश्यकता थी। मार्शल निरेनबर्ग द्वारा पहेली का एक हिस्सा हल कर लिए जाने पर, आने वाले वर्षों में धीरे-धीरे संपूर्ण आनुवंशिक कोड (genetic code) जान लिया गया। इस पहेली को सुलझाने में खुराना ने अहम भूमिका निभाई। एंजाइमों का उपयोग करके, उन्होंने विभिन्न आरएनए श्रृंखलाओं का निर्माण किया, जो प्रोटीन में अनुवादित होने पर, विशिष्ट डीएनए न्यूक्लियोटाइड अनुक्रमों से जुड़े अमीनो एसिड अनुक्रमों को प्रकट करती थे। इस कार्य ने आनुवंशिक कोड को समझने में महत्त्वपूर्ण योगदान दिया। विज्ञान में उनके उल्लेखनीय योगदान के लिए हर गोबिंद खुराना को न केवल नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया, बल्कि उन्हें अपने जीवनकाल में विज्ञान का राष्ट्रीय पदक भी मिला।

श्रीनिवास रामानुजन (Srinivasa Ramanujan)

श्रीनिवास रामानुजन दक्षिण भारत में जन्मे एक असाधारण भारतीय गणितज्ञ थे, जिन्होंने गणित में औपचारिक प्रशिक्षण की कमी के बावजूद, ब्रिटिश शासन के दौरान उल्लेखनीय योगदान दिया। उन्होंने गणितीय विश्लेषण, संख्या सिद्धांत, अनंत श्रृंखला और निरंतर भिन्नों में उत्कृष्टता हासिल की। शुरुआत में अकेले रहकर अनुसंधान करने के बाद, रामानुजन ने जल्द ही भारत और इंग्लैंड दोनों में पहचान हासिल कर ली। कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के प्रोफेसर हार्डी के साथ उनका सहयोग उनके करिअर में एक महत्त्वपूर्ण चरण था।

रामानुजन ने स्वतंत्र रूप से लगभग 3,900 परिणाम संकलित किए, जो मुख्य रूप से पहचान और समीकरणों पर केंद्रित थे। इनमें से कई अभूतपूर्व और अपरंपरागत थे, जिन्होंने गणितीय अन्वेषण के पूरी तरह से नए क्षेत्रों की शुरुआत की। उनके योगदानों में रामानुजन प्राइम, रामानुजन थीटा फंक्शन, विभाजन सूत्र और मॉक थीटा फंक्शन (Mock Theta Function) उल्लेखनीय हैं।

रामानुजन ने प्रचुर संख्या में सूत्र प्रस्तावित किए, जिनकी बाद में गहराई से जाँच की जा सकती है। जी.एच. हार्डी ने कहा कि रामानुजन की खोजें असामान्य रूप से समृद्ध हैं और उनमें अकसर जो दिखता है, उससे कहीं अधिक होता है। उनके कार्य के उपोत्पाद के रूप में अनुसंधान की नई दिशाएँ खुलीं। इनमें से सबसे रोचक सूत्रों के उदाहरणों में अनंत श्रृंखला (infinite series) शामिल है। प्रोफेसर हार्डी ने रामानुजन की तुलना महानतम गणितज्ञ यूलर और जैकोबी से की थी।

डॉ. शांति स्वरूप भटनागर (Dr. Shanti Swarup Bhatnagar)

वह एक प्रसिद्ध भारतीय वैज्ञानिक और दो दशकों से अधिक समय तक रसायन विज्ञान के प्रोफेसर थे। वह वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (Council of Scientific and Industrial Research: CSIR) के पहले महानिदेशक थे। उन्हें "अनुसंधान प्रयोगशालाओं के जनक" के रूप में सम्मानित किया जाता है। वह विश्वविद्यालय अनुदान आयोग (University Grants Commission) के पहले अध्यक्ष भी थे। उनके योगदान का सम्मान करने के लिए, CSIR ने 1958 से भारत के उत्कृष्ट वैज्ञानिकों के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए शांति स्वरूप भटनागर पुरस्कार की स्थापना की थी।

1942 में, वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (CSIR) का गठन एक स्वायत्त निकाय के रूप में किया गया था। 1943 में, भटनागर द्वारा पाँच राष्ट्रीय प्रयोगशालाएँ स्थापित करने के प्रस्ताव को मंजूरी दे दी गई। इनमें राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाला (National Chemical Laboratory), राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला (National Physical Laboratory), ईंधन अनुसंधान स्टेशन (Fuel Research Station) प्रमुख थे, इस प्रकार भारत में वैज्ञानिक प्रयोगशालाओं की स्थापना की शुरुआत हुई।

CSIR में, उन्होंने उस समय के कई होनहार युवा वैज्ञानिकों का मार्गदर्शन भी किया। भटनागर ने होमी जहाँगीर भाभा, प्रशांत चंद्र महालनोबिस, विक्रम साराभाई और अन्य के साथ मिलकर भारत की स्वतंत्रता के बाद के विज्ञान और प्रौद्योगिकी बुनियादी ढाँचे के निर्माण में सहयोग किया। उन्होंने कुल बारह राष्ट्रीय प्रयोगशालाएँ स्थापित कीं, इनमें से कुछ के नाम हैं: केंद्रीय खाद्य प्रसंस्करण प्रौद्योगिकी संस्थान, मैसूर; राष्ट्रीय धातुकर्म प्रयोगशाला, जमशेदपुर; केंद्रीय ईंधन संस्थान, धनबाद आदि।

उन्होंने शिक्षा मंत्रालय के सचिव और सरकार के शैक्षिक सलाहकार के रूप में भी कार्य किया। उन्होंने भारत के राष्ट्रीय अनुसंधान विकास निगम (National Research Development Corporation: NRDC) की स्थापना में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई।

स्वतंत्र भारत में वे भारतीय रसायन समिति (Indian Chemical Society), नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंसेज ऑफ इंडिया (National Institute of Sciences of India) और भारतीय विज्ञान कांग्रेस (Indian Science Congress) के अध्यक्ष रहे। उन्हें 1954 में भारत सरकार द्वारा पद्म भूषण से सम्मानित किया गया था।

विक्रम साराभाई (Vikram Sarabhai)

विक्रम साराभाई एक भारतीय भौतिक विज्ञानी और उद्योगपति थे, जिन्हें भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के जनक के रूप में जाना जाता है, जिन्होंने अंतरिक्ष अनुसंधान शुरू किया और भारत में नाभिकीय ऊर्जा विकसित करने में मदद की। 1962 में, इन्होंने भारतीय राष्ट्रीय अंतरिक्ष अनुसंधान समिति (Indian National Committee for Space Research) की स्थापना करके अंतरिक्ष अनुसंधान की नींव रखी, जिसे बाद में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (Indian Space Research Organization: ISRO) के नाम से जाना गया। दक्षिण भारत में थुम्बा इक्वेटोरियल रॉकेट लॉन्चिंग स्टेशन (Thumba Equatorial Rocket Launching Station या TERLS) का निर्माण इनकी

महत्त्वपूर्ण उपलब्धि थी। साराभाई ने अपने प्रेरक प्रयासों से सरकार को भारत के विकास के लिए अंतरिक्ष कार्यक्रम के महत्त्व के बारे में आश्वस्त किया।

डॉ. साराभाई ने एक भारतीय उपग्रह के निर्माण और प्रक्षेपण के लिए एक परियोजना शुरू की। परिणामस्वरूप, पहला भारतीय उपग्रह आर्यभट्ट 1975 में रूसी प्रक्षेपण यान कॉस्मो-ड्रोम से कक्षा में स्थापित किया गया। 1966 में भौतिक विज्ञानी होमी भाभा की मृत्यु के बाद, साराभाई को भारत के नाभिकीय ऊर्जा आयोग का अध्यक्ष नियुक्त किया गया। नाभिकीय अनुसंधान के क्षेत्र में भाभा के काम को आगे बढ़ाते हुए, साराभाई भारत के नाभिकीय ऊर्जा संयंत्रों की स्थापना और विकास के लिए काफी हद तक जिम्मेदार थे। इन्होंने कलपक्कम में एक द्रुत प्रजनक परीक्षण रिएक्टर (Fast Breeder Test Reactor: FBTR) की स्थापना की।

साराभाई ने रक्षा उद्देश्यों के लिए स्वदेशी नाभिकीय प्रौद्योगिकी विकास की नींव रखी। वे विकास के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी का उपयोग करने के लिए प्रतिबद्ध थे। उन्होंने उपग्रह संचार के माध्यम से दूर-दराज के गाँवों में शिक्षा लाने के लिए कार्यक्रम शुरू किए और प्राकृतिक संसाधनों के उपग्रह-आधारित रिमोट सेंसिंग के विकास का आह्वान किया।

अंतरिक्ष और नाभिकीय क्षेत्रों में अपने योगदान के अलावा, साराभाई ने भारतीय प्रबंधन संस्थान (Indian institute of management: IIM) अहमदाबाद, परिवर्ती उर्जा साइक्लोट्रॉन केंद्र (Variable Energy Cyclotron Centre: VECC) कलकत्ता, इलेक्ट्रॉनिक्स कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (Electronics Corporation of India Limited: ECIL) और जादूगुड़ा, बिहार में भारतीय यूरेनियम निगम लिमिटेड (Uranium Corporation of India Limited: UCIL) की स्थापना की। उनके असाधारण योगदान को पहचानते हुए, उन्हें भारत के दो सर्वोच्च नागरिक सम्मान, 1966 में पद्म भूषण और 1972 में मरणोपरांत पद्म विभूषण प्राप्त हुए।

चिंतामणि नागेश रामचंद्र राव (C.N.R Rao)

चिंतामणि नागेश रामचंद्र राव, एक प्रख्यात भारतीय रसायनज्ञ हैं। ये विश्व स्तर पर ठोस-अवस्था (Solid-state) और संरचनात्मक रसायन विज्ञान (Structural chemistry) में एक अग्रणी विशेषज्ञ के रूप में पहचाने जाते हैं। संक्रमण धातु ऑक्साइड (Transition metal oxides) के क्षेत्र में उनके अभूतपूर्व कार्य ने नई घटनाओं और सामग्रियों के गुणों और उनके संरचनात्मक रसायन विज्ञान के मध्य जटिल संबंधों की हमारी समझ में महत्त्वपूर्ण योगदान दिया है।

प्रोफेसर राव के प्राथमिक अनुसंधान क्षेत्रों में संक्रमण धातु ऑक्साइड, विस्तारित अकार्बनिक ठोस (Extended inorganic solids), अकार्बनिक-कार्बनिक संकर सामग्री (Inorganic organic hybrid materials), नैनोमटेरियल और फोटोकैटलिसिस के माध्यम से हाइड्रोजन का उत्पादन शामिल है। उनके हालिया प्रयासों में उल्लेखनीय सामग्री ग्राफीन और कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण पर व्यापक शोध शामिल है।

एक प्रभावशाली अकादमिक रिकॉर्ड के साथ, प्रोफेसर राव ने 1600 शोध-पत्र प्रकाशित किए हैं और 51 किताबें लिखी हैं। विशेष रूप से, उन्हें 100 के एच-इंडेक्स (H-index एक लेखक-स्तरीय मानक है, जो एक वैज्ञानिक के प्रकाशनों की उत्पादकता और उद्धरण प्रभाव दोनों को मापता है) को पार करने वाले पहले भारतीय वैज्ञानिक होने का गौरव प्राप्त है। प्रोफेसर राव अपने शोध प्रकाशनों के लिए लगभग 1 लाख उद्धरणों के साथ विश्वस्तर पर प्रतिष्ठित हैं।

अपने शानदार पाँच दशक के शोध करिअर के दौरान, प्रोफेसर राव ने कई राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों में विभिन्न पदों पर कार्य किया है। विज्ञान में उनके उत्कृष्ट योगदान के सम्मान में, उन्हें 2014 में भारत के सर्वोच्च नागरिक पुरस्कार, भारत रत्न से सम्मानित किया गया था।

डॉ. एम.एस स्वामीनाथन (Dr. M.S Swaminathan)

स्वामीनाथन को व्यापक रूप से भारत में हरित क्रांति के जनक के रूप में जाना जाता है। वह एक प्रतिष्ठित भारतीय आनुवंशिकीविद् और अंतर्राष्ट्रीय प्रशासक थे। भारत की हरित क्रांति (Green Revolution) में उनकी महत्त्वपूर्ण भूमिका रही। उन्होंने गेहूँ और चावल की उच्च उपज वाली किस्मों (High-yield varieties) की पौध की शुरुआत की, जिससे विशेष रूप से गरीब किसानों को लाभ हुआ। स्वामीनाथन, पर्यावरण की दृष्टि से धारणीय कृषि, सतत् खाद्य सुरक्षा और जैव-विविधता के संरक्षण द्वारा सतत् विकास (Sustainable development) के प्रबल समर्थक हैं। इससे कृषि में एक चिरस्थायी क्रांति हासिल होगी और खाद्य सुरक्षा की समस्या हल होगी।

उनके व्यापक शोध में आलू, गेहूँ और जूट जैसी फसलों को जलवायु चुनौतियों के प्रति प्रतिरोधी (Resilient) बनाने के प्रयास शामिल हैं। भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (IARI) में, उन्होंने साइटोजेनेटिक्स, रेडिएशन जेनेटिक्स और म्यूटेशन ब्रीडिंग जैसे विषयों पर शोध किया, जिससे गेहूँ और चावल के जर्मप्लाज्म संग्रह के विकास में योगदान मिला। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद्

(ICAR) के महानिदेशक के रूप में कार्य करते हुए, उन्होंने भारत में राष्ट्रीय पादप, पशु और मछली आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो की स्थापना में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई। स्वामीनाथन का प्रभाव विश्वस्तर पर व्याप्त है, क्योंकि उन्होंने इंटरनेशनल प्लांट जेनेटिक रिसोर्सेज इंस्टीट्यूट (बाद में 2006 में बायोडायवर्सिटी इंटरनेशनल में बदल दिया गया) की स्थापना की।

1983 में, उन्होंने किसानों के अधिकारों की वकालत की और प्लांट जेनेटिक रिसोर्सेज (IUPGR) पर अंतर्राष्ट्रीय उपक्रम तैयार करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई। इसके अतिरिक्त, उन्होंने इंटरनेशनल कांग्रेस ऑफ जेनेटिक्स के अध्यक्ष के रूप में भी कार्य किया। 1999 में, स्वामीनाथन ने बायोस्फीयर रिजर्व के लिए ट्रस्टीशिप प्रबंधन की अभिनव अवधारणा पेश की। जिसका उदाहरण मन्नार की खाड़ी बायोस्फीयर रिजर्व ट्रस्ट द्वारा दिया गया, जिसे वैश्विक पर्यावरण सुविधा (GEF) द्वारा वित्तीय रूप से समर्थन दिया गया। वह एक प्रखर वैज्ञानिक शोधकर्ता एवं निर्धनता थे। उनका घोषित दृष्टिकोण दुनियाभर से भूख और गरीबी को खत्म करना और सदाबहार सतत् क्रांति (Evergreen sustainable revolution) लाना है।

1.6 प्रौद्योगिकी का स्वदेशीकरण (Indigenization of Technology)

किसी देश के निवासियों द्वारा अपनाई गई प्रौद्योगिकियाँ, उसकी सांस्कृतिक विरासत का एक महत्त्वपूर्ण भाग होती हैं। अपने कौशल और संसाधनों का उपयोग करके देश के अंतर्गत उपकरणों का डिजाइन, विकास और विनिर्माण करने की क्षमता ही स्वदेशीकरण स्थापित करती है। इनके रख-रखाव और मरम्मत के साथ-साथ विदेशों से प्राप्त उपकरणों की क्षमता आत्मनिर्भर बनाती है। किसी भी वस्तु के लिए विदेशी आपूर्तिकर्ताओं पर निर्भर न होना स्वतंत्र बनाता है।

"प्रौद्योगिकी का स्वदेशीकरण" शब्द किसी विदेशी निर्माता से प्राप्त ड्राइंग (आरेखण/रेखाचित्र) का तात्पर्य के आधार पर वस्तुओं के आपूर्ति एवं विनिर्माण से अधिक है। इसमें स्थानीय निर्माता से अपेक्षा की जाती है कि वह किसी उत्पाद या इसके हिस्से में अंतर्निहित तकनीक को समझे ताकि जब चाहे तब वह वस्तु में परिवर्तन, संशोधन, सुधार या पुन:डिजाइन करने में सक्षम हो सके। भारतीय रक्षा और एयरोस्पेस क्षेत्र में होने वाला अधिकांश 'प्रौद्योगिकी हस्तांतरण' (Technology transfer') देश के अन्दर वस्तु के निर्माण से संबंधित है और इसलिए केवल विनिर्माण में शामिल प्रौद्योगिकी से संबंधित है।

स्वदेशी ज्ञान और नवाचार (Indigenous Knowledge and Innovations)

देशी और स्थानीय समुदायों का ज्ञान स्वदेशी ज्ञान है, जो सदियों से प्राप्त अनुभव से विकसित हुआ है तथा स्थानीय संस्कृति और पर्यावरण के प्रति अनुकूल है। स्वदेशी ज्ञान समाज में कई दूरस्थ, ग्रामीण और हाशिए पर अवस्थित समुदायों का आधार है, इसलिए इन समुदायों के सदस्यों के शैक्षिक विकास में एक महत्त्वपूर्ण घटक है। इस ज्ञान के उपनिवेशीकरण, आधुनिक समाज द्वारा समझ की कमी इत्यादि कारणों से कई समुदायों से इसके लुप्त होने का खतरा है।

इसके अतिरिक्त, इनमें से कई समुदायों में विभिन्न (जैसे मौखिक आधारित) ज्ञान प्रणालियाँ हैं, जो तीव्रता से लुप्त हो रही हैं। चूँकि कई समुदाय दूरदराज के क्षेत्रों में हैं और बुनियादी ढाँचे की कमी है, इसलिए सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (ICT) एक महत्त्वपूर्ण जुड़ाव प्रदान करती है और सांस्कृतिक रूप से समावेशी शिक्षा में सहयोग करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसके अतिरिक्त, इस मूल्यवान ज्ञान के संरक्षण और समाकलन में सहयोग हेतु इन समुदायों के शैक्षिक मॉडल में प्रौद्योगिकी नवाचार की आवश्यकता है।

महत्त्व और संभावनाएँ (Importance and Prospects)

स्वदेशीकरण की वांछनीयता की जाँच न केवल कीमत के दृष्टिकोण से की जा सकती है, बल्कि कई वर्षों के दौरान उपकरणों और प्रौद्योगिकियों के संचालन हेतु मरम्मत और रख-रखाव की कम लागत पर उपलब्धता के आधार पर भी की जा सकती है। रक्षा और सैन्य अनुप्रयोगों के दृष्टिकोण से, स्थानीय निर्माता और उनके समर्थन आधार तक आसान और प्रत्यक्ष पहुँच की रणनीतिक विश्वसनीयता के संदर्भ में स्वदेशीकरण का मूल्य कई गुना बढ़ जाता है। इसके अतिरिक्त, स्वदेशी निर्माता को समय-समय पर आंतरिक रूप से विकसित उन्नत तकनीक का उपयोग कर अपने उत्पाद में वृद्धि का अतिरिक्त लाभ भी होता है।

विभिन्न चरणों में विकसित नीतियों और कार्यक्रमों की असंख्य उदाहरणों के साथ अध्ययन और व्याख्या की जा सकती है।

- 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम भारत की विनिर्माण क्षमता में वृद्धि पर ध्यान केंद्रित कर रहा है। यह घरेलू निजी क्षेत्र की अधिक भागीदारी पर बल देने के साथ 'रक्षा में विदेशी प्रत्यक्ष निवेश' आकर्षित करता है। स्पष्ट रूप से, सैन्य हार्डवेयर के स्वदेशीकरण को एक रणनीतिक अनिवार्यता के रूप में अपनाया गया है। साथ ही सरकार रक्षा उपकरणों के लिए भारत के विनिर्माण आधार के साथ-साथ घरेलू अनुसंधान एवं विकास को आगे बढ़ाने के दोहरे रास्ते पर चल रही है।

- भारतीय वायु सेना ने 2025 तक की अपनी स्वदेशीकरण रूपरेखा प्रस्तुत की है, जिसमें उन भविष्य की प्रौद्योगिकियों और नई हथियार प्रणाली क्षमताओं पर प्रकाश डाला गया है, जिन्हें वायु सेना में सम्मिलित करने की योजना है। भारतीय वायुसेना के अनुसार प्रणोदन प्रौद्योगिकी (Propulsion technology), इंजन प्रणाली, मिसाइल और बम जैसे उच्च तकनीक उपकरणों के साथ विमान के टायर, बैटरी, बल्ब, फिल्टर, ईंधन तेल और स्नेहक जैसे लघु क्षेत्रों में स्वदेशीकरण की अति आवश्यकता है।
- विगत् पाँच वर्षों में आयात में 15 प्रतिशत वैश्विक हिस्सेदारी के साथ भारत विश्व का शीर्ष हथियार आयातक बना हुआ है। पूँजी अधिग्रहण बजट का लगभग 50 प्रतिशत आयात पर व्यय किया जाता है। इसमें आयुध कारखानों (Ordnance Factories) और रक्षा सार्वजनिक क्षेत्र इकाइयों (DPSUs) द्वारा निर्मित कई कच्चे माल और उप-प्रणालियों का उच्च आयात प्रतिशत वाली "स्वदेशी" वस्तुओं को शामिल नहीं किया गया है। आयात निर्भरता को कम करने की दिशा में प्रमुख प्रयासों में से एक F-INSAS (फ्यूचरिस्टिक इन्फैंट्री सोल्जर एज ए सिस्टम/Futuristic Infantry Soldier as a System) परियोजना है। इसका उद्देश्य पैदल सेना (इन्फैंट्री) को अत्याधुनिक उपकरणों की आपूर्ति करना है। इसका उद्देश्य भविष्य के डिजिटल युद्धक्षेत्र के लिए बढ़ी हुई घातकता, उत्तरजीविता क्षमता, स्थिरता, गतिशीलता और स्थितिजन्य जागरुकता के साथ एक पैदल सैनिक को पूर्ण रूप से नेटवर्क वाले सभी क्षेत्रों, सभी मौसमों और हथियारों के मंच में परिवर्तित करना है। अधिकांश उपकरण DRDO द्वारा विकसित किए जा रहे हैं।
- भारत ने रूस के सहयोग से ब्रह्मोस मिसाइल विकसित की है। यह एक मध्यम दूरी की रैमजेट सुपरसोनिक क्रूज मिसाइल है, जिसे पनडुब्बी, जहाज, विमान या स्थल से प्रक्षेपित किया जा सकता है। यह विश्व की सबसे तीव्र क्रूज मिसाइल है।
- भारत का पहला स्वदेशी विमानवाहक पोत INS विक्रांत समुद्री परीक्षण के दौर में है। INS विक्रमादित्य की तरह विक्रांत भी विमान को प्रक्षेपित करने और रिकवर करने के लिए स्की-जंप और अरेस्टर केबल के साथ शॉर्ट टेक-ऑफ बट अरेस्टेड रिकवरी (Short Take-Off But Arrested Recovery/ STOBAR) तंत्र का उपयोग करेगा।
- स्वदेशी रूप से विकसित नाभिकीय-सक्षम लंबी दूरी की बैलिस्टिक मिसाइल अग्नि-5 के सफल परीक्षण के साथ भारत 5,000-5,500 किमी से अधिक की मारक क्षमता वाली इंटरकॉन्टिनेंटल (अंतर-महाद्वीपीय) बैलिस्टिक मिसाइलों (ICBMs) वाले देशों के विशिष्ट समूह में शामिल होने की दिशा में एक कदम आगे बढ़ गया है।
- इसरो के स्वदेशी रूप से विकसित मंगल आर्बिटर (मार्स ऑर्बिटर) मिशन की सफलता ने सभी को आश्चर्यचकित कर दिया है, क्योंकि इसे विदेशों में इसी तरह की परियोजनाओं की लागत के दसवें हिस्से पर प्राप्त किया गया था। भारत मंगल ग्रह पर अपने प्रथम प्रयास में सफलता प्राप्त करने वाला एकमात्र देश है, यह तथ्य मिशन को और भी अधिक विश्वसनीय बनाता है।

भारत का औद्योगीकरण आयातित प्रौद्योगिकी पर अधिक निर्भर रहा है, जिसका अधिकांश हिस्सा प्रौद्योगिकी लाइसेंसिंग और तकनीकी सहयोग समझौतों के माध्यम से प्राप्त किया गया था। भारतीय कंपनियों द्वारा अनुसंधान और विकास मूल रूप से आयातित प्रौद्योगिकियों को घरेलू आवश्यकताओं के अनुकूल बनाने की दिशा में उन्मुख रहा है। यह रोचक तथ्य है कि डेटा से विदित है कि संयुक्त उद्यम, भारतीय स्वामित्व वाले उद्यमों की तुलना में अनुसंधान एवं विकास पर अधिक व्यय करते हैं और भारतीय उद्यमों में प्रौद्योगिकी लाइसेंस प्राप्तकर्ता, अन्य उद्यमों, जो प्रौद्योगिकी लाइसेंस प्राप्तकर्ता नहीं है, की तुलना में अधिक अनुसंधान एवं विकास करते हैं। यह स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि प्रौद्योगिकी हस्तांतरण घरेलू अनुसंधान एवं विकास को प्रतिस्थापित करने के स्थान पर प्रेरित करता है। यह निष्कर्ष प्रचलित विकास सिद्धांतों को नकारता है।

राष्ट्रीय नव-प्रवर्तन प्रतिष्ठान (National Innovation Foundation)

मधुमक्खी तंत्र (हनी.बी नेटवर्क/HBN/Honey Bee Network) दर्शन पर आधारित, राष्ट्रीय नव-प्रवर्तन प्रतिष्ठान (NIF)- भारत की स्थापना मार्च 2000 में भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग की सहायता से की गई थी। यह जमीनी स्तर पर प्रौद्योगिकी नवाचारों तथा उत्कृष्ट पारंपरिक ज्ञान को सुदृढ़ करने हेतु भारत की राष्ट्रीय पहल है। इसका मिशन जमीनी स्तर के प्रौद्योगिकी नवाचारों के लिए नीति और संस्थागत दायरे का विस्तार करके भारत को एक रचनात्मक और ज्ञान-आधारित समाज के निर्माण में सहायता करना है।

NIF जमीनी स्तर के नव-प्रवर्तकों और उत्कृष्ट पारंपरिक ज्ञान धारकों को उनके नवाचारों के लिए उचित मान्यता, सम्मान और पुरस्कार प्राप्त करने में सहायता करता है। यह ऐसे नवाचारों को व्यावसायिक और/या गैर-व्यावसायिक चैनलों के माध्यम से व्यापक रूप से प्रसारित करता है और नव-प्रवर्तकों तथा मूल्यश्रृंखला में शामिल अन्य लोगों के लिए भौतिक या अभौतिक प्रोत्साहन उत्पन्न करने को सुनिश्चित करने का भी प्रयास करता है।

हनी बी नेटवर्क के स्वयंसेवकों के महत्त्वपूर्ण योगदान के साथ NIF ने देश के 585 से अधिक ज़िलो से 225,000 से अधिक प्रौद्योगिकी विचारों, नवाचारों और पारंपरिक ज्ञान प्रथाओं (सभी अद्वितीय तथा विशिष्ट नहीं) का एक डेटाबेस तैयार किया है। NIF ने अब तक अपने विभिन्न राष्ट्रीय द्विवार्षिक जमीनी नवाचार (ग्रासरूट इनोवेशन) अवॉर्ड समारोहों और डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम इग्नाइट चिल्ड्रेन अवॉर्ड वार्षिक समारोहों में राष्ट्रीय स्तर पर 816 जमीनी स्तर के नव-प्रवर्तकों और स्कूली छात्रों को मान्यता दी है।

NIF ने उत्पाद विकास और संस्थानिक अनुसंधान को सुदृढ़ करने के लिए मैसाचुसेट्स इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी (MIT), बोस्टन की सहायता से एक संवर्धित फैब्रिकेशन प्रयोगशाला (फैब लैब/ Fabrication Laboratory) भी स्थापित की है। इसी प्रकार हर्बल प्रौद्योगिकियों के प्रारंभिक सत्यापन के लिए, सोसाइटी फॉर रिसर्च एंड इनिशिएटिव्स फॉर टेक्नोलॉजीज एंड इंस्टीट्यूशंस (Society for Research and Initiatives for Technologies and Institutions: SRISTI) में प्रयोगशाला सुविधाओं को बढ़ाया गया है। NIF ने साबित किया है कि समस्याओं के रचनात्मक तरीके से समाधान करने के संदर्भ में भारतीय नव-प्रवर्तक, विश्व में किसी से भी बराबरी कर सकते हैं। वे स्थानीय संसाधनों का मितव्ययतापूर्वक उपयोग करके अधिक स्थायी विकल्प उत्पन्न करने में अन्यों की तुलना में बेहतर प्रदर्शन करते हैं। NIF द्वारा प्रचारित जमीनी स्तर से वैश्विक (G2G) मॉडल विश्व के जमीनी स्तर पर रचनात्मकता और नवाचारों को देखने के तरीके को परिवर्तित करने हेतु पूरी तरह तैयार है।

प्रौद्योगिकी सूचना, पूर्वानुमान और मूल्यांकन परिषद् (Technology Information, Forecasting and Assessment Council)

1985 में प्रौद्योगिकी नीति कार्यान्वयन समिति (TPIC) की सिफारिश के आधार पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के तहत एक स्वायत्त निकाय के रूप में TIFAC का गठन फरवरी, 1988 में एक पंजीकृत सोसायटी के रूप में किया गया था। इसे भारत में प्रौद्योगिकी की अत्याधुनिकता का आकलन करने और महत्त्वपूर्ण सामाजिक-आर्थिक क्षेत्रों में भविष्य के प्रौद्योगिकी विकास के लिए दिशा-निर्देश निर्धारित करने के लिए अधिदेश (mandate) दिया गया था।

भारत में एक अद्वितीय ज्ञान नेटवर्क संस्थान के रूप में TIFAC गतिविधियाँ प्रौद्योगिकी क्षेत्रों की एक विस्तृत श्रृंखला को शामिल करती हैं और यह भारत की समग्र विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रणाली में एक महत्त्वपूर्ण अंतराल को कम करती हैं। इस संगठन ने प्रौद्योगिकी-दूरदर्शिता-अभ्यास संचालन, प्रौद्योगिकी विकास को सुगम बनाना और सहयोग प्रदान करना, प्रौद्योगिकी से संबंधित व्यावसायिक अवसर रिपोर्ट तैयार करना और मिशन-मोड कार्यक्रम लागू करने जैसे कार्य किए हैं।

भारत प्रौद्योगिकी विज़न 2020 (India Technology Vision 2020)

1998 में पूर्व राष्ट्रपति ए.पी.जे. अब्दुल कलाम ने प्रौद्योगिकी विजन 2020 नामक एक देशव्यापी योजना प्रस्तुत की। उन्होंने इसे 20 वर्षों में भारत को अल्प-विकसित से विकसित समाज में परिवर्तित करने के लिए एक रोडमैप के रूप में वर्णित किया। प्रौद्योगिकी विजन 2020 भारतीय अर्थव्यवस्था के प्रमुख क्षेत्रों के आर्थिक और सामाजिक विकास (प्रौद्योगिकी एक साधन के रूप में) के माध्यम से '2020 तक विकसित भारत' के रोडमैप की परिकल्पना करता है।

कृषि जो कि महत्त्वपूर्ण क्षेत्रों में से एक है। इसमें खाद्य धारणीयता तथा सुरक्षा (Food sustainability & security) प्रमुख मुद्दा है, जिसे हल किया जाना है। बिहार और उत्तर प्रदेश राज्यों में 'सिस्टम दृष्टिकोण' (Systems Approach) के माध्यम से मॉडल कृषि के प्रदर्शन से धान और गेहूँ की उपज में सुधार प्राप्त किया गया है। इस प्रदर्शन के बाद, किसानों ने स्वयं ही इन पद्धतियों को अपनाना शुरू किया है।

साक्षरता और सामान्य शिक्षा ज्ञान पिरामिड का आधार है, जो समाज के तीव्र और निरंतर विकास के लिए आवश्यक है। मिशन रीच (REACH) में उद्योग, संस्थान और TIFAC के साथ त्रिकोणीय साझेदारी के साथ 'प्रासंगिकता और उत्कृष्टता केंद्र (CORE)' की स्थापना के माध्यम से शिक्षा क्षेत्र में नई ऊँचाइयाँ प्राप्त करने की परिकल्पना की गई है। इसने सामाजिक और औद्योगिक प्रासंगिकता के क्षेत्रों में गुणवत्तापूर्ण जनशक्ति प्रदान की। इस कार्यक्रम के तहत अब तक नौ शैक्षणिक संस्थानों को नेटवर्क से जोड़ा गया है।

संक्रामक रोग बीमारी का प्रमुख कारण हैं। बेहतर निदान सेवाएँ और उपचार इन रोगों के प्रसार और घटनाओं को कम कर सकते हैं। सूचना का तीव्र प्रवाह सामाजिक विकास के लिए उत्प्रेरक है। प्रौद्योगिकी विजन 2020 में भारत को सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (ICT) की नींव पर निर्मित एक सूचना समाज और ज्ञान अर्थव्यवस्था के रूप में विकसित करने की कल्पना की गई है। इसमें दूरसंचार एक महत्त्वपूर्ण आधारस्तंभ है।

प्रौद्योगिकी विज़न, 2035 (Technology Vision, 2035)

प्रौद्योगिकी सूचना, पूर्वानुमान और मूल्यांकन परिषद् (TIFAC), विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा विकसित प्रौद्योगिकी विजन (TV), 2035 भारत की प्रमुख चुनौतियों और आवश्यकताओं की पहचान करता है तथा 2035 में इसकी प्रौद्योगिकी क्षमता परिदृश्य का वर्णन करता है। यह विजन भविष्य का लेखा-जोखा और मार्ग

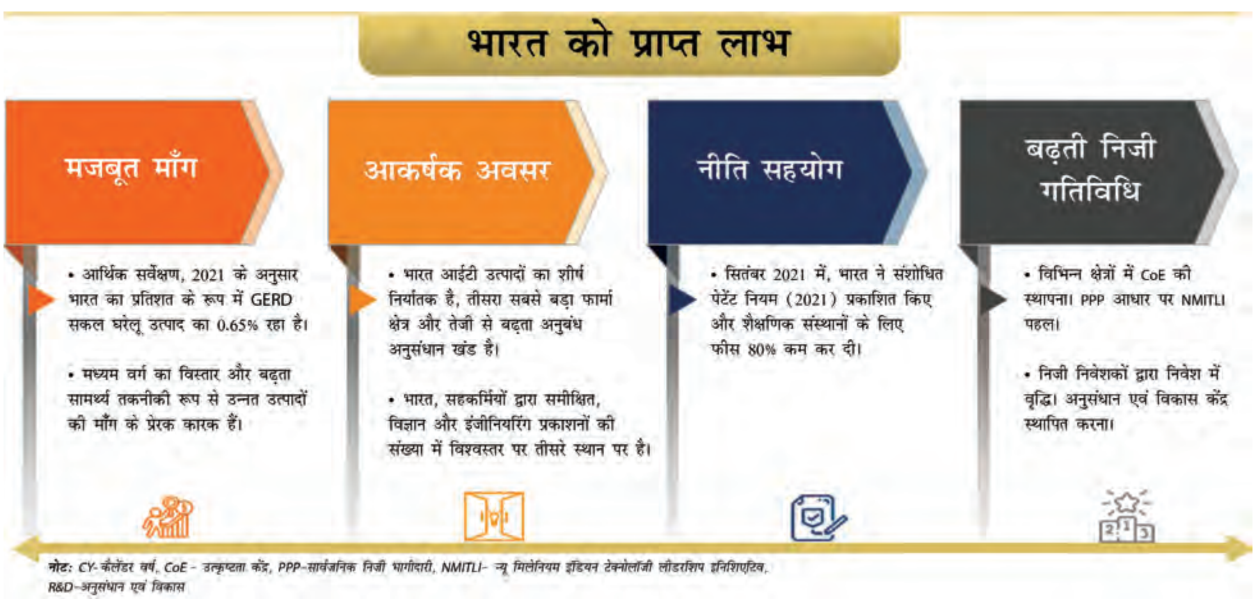
(An account of a future and a route to that future) दोनों है, जहाँ प्रौद्योगिकी वितरण, उत्पादन एवं सुरक्षा करती है। TV 2035 ने उल्लेख किया कि कुछ लोग नाभिकीय और बड़े बाँध जैसी कुछ प्रौद्योगिकियों का अपने मार्ग में बाधा के रूप में विरोध करते हैं। 'प्रौद्योगिकी विजन दस्तावेज 2035' का उद्देश्य प्रत्येक भारतीय की सुरक्षा, समृद्धि और पहचान में वृद्धि सुनिश्चित करना है। इसे दस्तावेज में संविधान की 8वीं अनुसूची की सभी भाषाओं में "हमारी आकांक्षा" या "विजन विवरण" के रूप में वर्णित किया गया है।

इसने 12 क्षेत्रों, अर्थात् शिक्षा, चिकित्सा विज्ञान और स्वास्थ्य देखभाल, खाद्य और कृषि, जल, ऊर्जा, पर्यावरण, आवास, परिवहन, बुनियादी ढाँचे, विनिर्माण, सामग्री तथा सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी को विशेष केंद्र के रूप में पहचाना है और इनमें से प्रत्येक के लिए भविष्य की प्रौद्योगिकी मार्ग की योजना बनाने के अतिरिक्त एक रोडमैप प्रदान किया है।

विजन दस्तावेज प्रत्येक भारतीय के लिए उपलब्ध करवाए जाने वाले 12 विशेषाधिकारों (छह व्यक्तिगत आवश्यकताओं और छह सामूहिक आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए) की भी पहचान करता है।

चित्र: प्रौद्योगिकी विजन दस्तावेज 2035 का लक्ष्य

दस्तावेज प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में निम्नलिखित बड़ी चुनौतियों पर केंद्रित है, जिनका समाधान किया जाना चाहिए:



- पोषण सुरक्षा की गारंटी और महिलाओं तथा बच्चों में रक्त रक्ताल्पता को समाप्त करना
- सभी नदियों और जल स्रोतों में जल की बेहतर गुणवत्ता और मात्रा सुनिश्चित करना
- सभी के लिए शिक्षा और भाषा संबंधी सुविधाएँ प्रदान करना
- विद्युत के विकेंद्रीकृत वितरण का विकास करना
- देश के आकार को देखते हुए महत्त्वपूर्ण संसाधनों को सुरक्षित करना
- पारिस्थितिकीय वातावरण को ध्यान में रखते हुए अवशिष्ट प्रबंधन सुनिश्चित करना
- लेह और तवांग तक रेल सुविधा बढ़ाना
- राष्ट्र के जलवायु पैटर्न को समझना और उसके अनुकूल काम करना
- स्वतंत्र निर्वाचन प्रक्रिया और वित्तीय अधिकारिता सुनिश्चित करना

इन चुनौतियों को संबोधित करने के लिए, दृष्टि प्रपत्र (विजन डॉक्यूमेंट) 2035 में भारतीय तकनीकी परिदृश्य की क्षमताओं और बाधाओं के तर्कसंगत मूल्यांकन की परिकल्पना की गई है। यह प्रौद्योगिकियों को भारतीय परिप्रेक्ष्य से छः स्तरों में वर्गीकृत करता है, जो इस प्रकार है:

- **प्रौद्योगिकी नेतृत्व** (Technology Leadership): इसमें विशिष्ट प्रौद्योगिकियों पर ध्यान केंद्रित करना शामिल है, जहाँ देश के पास मुख्य दक्षताएँ, कुशल जनशक्ति, बुनियादी ढाँचा और समृद्ध ज्ञान का आधार है। उदाहरण: नाभिकीय ऊर्जा और अंतरिक्ष विज्ञान में भारत का नेतृत्व, इन क्षेत्रों में प्रगति के लिए अपनी विशेषज्ञता और संसाधनों का लाभ उठाना।
- **प्रौद्योगिकी स्वतंत्रता** (Technology Independence): रणनीतिक प्रौद्योगिकियाँ, जिन्हें हमें स्वयं विकसित करना होगा, क्योंकि वे कहीं और से प्राप्त नहीं की जा सकती हैं, उदाहरण के लिए, रक्षा क्षेत्र।
- **प्रौद्योगिकी नवाचार** (Technology Innovation): इसमें अलग-अलग प्रौद्योगिकियों को जोड़ना, एक क्षेत्र में सफलता हासिल करना और इन नवाचारों को अन्य क्षेत्रों में लागू करना शामिल है। उदाहरण: भविष्य के नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के लिए क्लोरोफिल-आधारित सिंथेटिक मार्गों से प्रेरित सौर सेलों को विकसित करने जैसे नवीन अनुप्रयोगों की खोज करना।
- **प्रौद्योगिकी को अपनाना** (Technology Adoption): इसमें बाहरी स्रोतों से प्रौद्योगिकियाँ प्राप्त करना, उन्हें स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप ढालना और विदेशी संस्थाओं पर निर्भरता कम करना शामिल है। उदाहरण: वर्षा जल संचयन, कृषि-बायोटेक, अलवणीकरण और ऊर्जा-कुशल भवन से संबंधित प्रौद्योगिकियों के लिए अंतर्राष्ट्रीय भागीदारों के साथ सहयोग करना।
- **प्रौद्योगिकी बाधाएँ** (Technology Constraints): ऐसे क्षेत्र, जहाँ प्रौद्योगिकी खतरनाक और समस्याग्रस्त है, यानी गंभीर कानूनी और नैतिक मुद्दों के कारण नकारात्मक सामाजिक या पर्यावरणीय प्रभाव पड़ रहा है, जैसे आनुवंशिक रूप से संशोधित (Genetically Modified) फसलें।
- विजन दस्तावेज सभी प्रमुख हितधारकों को 'प्रयासों के लिए आह्वान' या 'कॉल टू एक्शन' के लिए निर्देशित करता है। यह ध्यान में लाता है कि भारत की तकनीकी शक्ति की दीर्घकालिक स्थिरता के लिए, यह महत्त्वपूर्ण है कि:
- तकनीकी शिक्षा संस्थान बड़े पैमाने पर उन्नत अनुसंधान में संलग्न हों, जिससे अग्रणी नवाचारों को बढ़ावा मिले।
- सरकार अपनी वित्तीय सहायता को मौजूदा 1% से बढ़ाकर जीडीपी के लंबे समय से परिकल्पित 2% तक बढ़ाए।
- मुख्य अनुसंधान क्षेत्र में पूर्णकालिक समकक्ष वैज्ञानिकों की संख्या बढ़नी चाहिए।
- नव-प्रवर्तन को आगे बढ़ाने, दक्षता बढ़ाने और प्रयोगशाला की प्रगति को व्यावहारिक अनुप्रयोगों में बदलने के लिए विकसित प्रौद्योगिकियों में निजी क्षेत्र की भागीदारी और निवेश को प्रोत्साहित करना महत्त्वपूर्ण है।
- नवाचार को बढ़ावा देने, उद्योग की जरूरतों को पूरा करने और छात्रों को वास्तविक दुनिया की चुनौतियों के लिए तैयार करने के लिए शिक्षा-जगत, बुद्धिजीवी वर्ग और उद्योग के बीच मजबूत संबंधों की स्थापना महत्त्वपूर्ण है।
- अनुसंधान परिणामों को मूर्त प्रौद्योगिकी उत्पादों और प्रक्रियाओं में निर्बाध रूप से बदलने के लिए एक मजबूत अनुसंधान पारिस्थितिकी तंत्र बनाना आवश्यक है।
- दस्तावेज 'प्रयासों के लिए आह्वान' या 'कॉल टू एक्शन' के एक भाग के रूप में तीन प्रमुख गतिविधियों की भी पहचान करता है।
- भारत को ज्ञान क्रांति में अग्रणी बनने की जरूरत है, चाहे वह व्यावहारिक हो या सैद्धांतिक। यह नए ज्ञान के सृजन में सक्रिय रूप से भाग लेने के महत्त्व पर बल देता है।
- दूसरा पहलू एक सहायक वातावरण की आवश्यकता पर प्रकाश डालता है, जो नवाचार को बढ़ावा देता है। आश्चर्यजनक रूप से, दस्तावेज सुझाव देता है कि सरकार को विकास के लिए इस पारिस्थितिकी तंत्र को डिजाइन करने में अग्रणी भूमिका निभानी चाहिए।
- तीसरी महत्त्वपूर्ण गतिविधि में प्रौद्योगिकी को क्रियान्वित करना शामिल है। दस्तावेज स्पष्ट लक्ष्य और समय-सीमा के साथ विशिष्ट राष्ट्रीय मिशन शुरू करने का सुझाव देता है। यह इन मिशनों में सावधानीपूर्वक पहचाने गए हितधारकों के केवल चुनिंदा समूह को शामिल करने की अनुशंसा करता है।

'प्रौद्योगिकी विजन दस्तावेज 2035' का लक्ष्य सुरक्षा, समृद्धि में बढ़ोत्तरी और प्रत्येक भारतीय की अस्मिता को सुनिश्चित करना है।

नैनोटेक्नोलॉजी, जीव विज्ञान, आईटी और संज्ञानात्मक विज्ञान (Nanotechnology, biology, IT and cognitive science: NBIC) के संगम के कारण मानव शरीर में तकनीकी हस्तक्षेप की अगली पीढ़ी नई और शायद कठिन नैतिक दुविधाएँ उत्पन्न करेगी। विवेकपूर्ण नीति और सचेत योजना के साथ, प्रौद्योगिकी लोकतंत्र को पूर्ण बनाने और लोगों को सशक्त बनाने का एक अद्भुत साधन है।

1.7 भारत में अनुसंधान एवं विकास का विस्तार (Expanding R&D in India)

यद्यपि विज्ञान में भारत का निवेश, जिसे अनुसंधान एवं विकास (Gross Expenditure on R-D: GERD) पर सकल व्यय के संदर्भ में मापा जाता है, पिछले दशक में तीन गुना हो गया है। हालाँकि, इस खर्च का सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) से अनुपात 0.6 से 0.7 फीसदी पर स्थिर बना हुआ है। अनुसंधान एवं विकास पर भारत का खर्च (जीडीपी का लगभग 0.6 प्रतिशत) अमेरिका (2-8), चीन (2-1), इजराइल (4-3) और कोरिया (4-2) जैसे प्रमुख देशों से काफी कम है। आर्थिक सर्वेक्षण से संकेत मिलता है कि चीन, जापान और कोरिया जैसे पूर्वी एशियाई देशों के विपरीत, जहाँ अनुसंधान एवं विकास खर्च में काफी वृद्धि हुई है, क्योंकि वे आर्थिक रूप से उन्नत हैं। दूसरी ओर, भारत में केवल मामूली वृद्धि देखी गई है।

यदि वर्तमान प्रवृत्ति जारी रहती है, तो अनुमान है कि जब भारत की संपत्ति संयुक्त राज्य अमेरिका जितनी हो जाएगी, तब जाकर भारत लगभग सकल घरेलू उत्पाद का केवल 1 प्रतिशत GERD प्राप्त कर पायेगा। इसलिए, भारत को अपनी वैज्ञानिक और अनुसंधान एवं विकास क्षमताओं को बढ़ाने के प्रयासों को तेज करने की सख्त जरूरत है। एक चिंताजनक पहलू भारत में अनुसंधान एवं विकास में सार्वजनिक और निजी निवेश की गहन असमानता है।

अधिकांश देशों में, निजी क्षेत्र अधिकांश अनुसंधान एवं विकास कार्य करता है। हालाँकि, भारत में, सरकार न केवल R&D वित्तपोषण का प्राथमिक स्रोत है, बल्कि इन निधियों का प्राथमिक उपयोगकर्ता भी है।

फोर्ब्स पत्रिका के एक विश्लेषण से पता चलता है कि 301 चीनी कंपनियों की तुलना में शीर्ष 2,500 वैश्विक R&D खर्च करने वालों में केवल 26 भारतीय कंपनियाँ शामिल हैं। अधिक आश्चर्यजनक बात यह है कि इनमें से लगभग तीन-चौथाई भारतीय कंपनियाँ (26 में से 19) केवल तीन क्षेत्रों से संबंधित हैं: फार्मास्यूटिकल्स, ऑटोमोबाइल और सॉफ्टवेयर।

आगे की राह (Way Forward)

अन्वेषक-नेतृत्व वाले अनुसंधान को प्रोत्साहित करना (Encourage Investigator-Led Research)

- भारत को धीरे-धीरे विज्ञान अनुसंधान के वित्त-पोषण के लिए अन्वेषक-संचालित मॉडल में अधिक हिस्सेदारी की ओर बढ़ने की आवश्यकता है।
- इस दिशा में एक महत्त्वपूर्ण कदम 2008 में लिया गया, जब विज्ञान एवं अभियांत्रिकी अनुसंधान बोर्ड (SERB) को विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (DST) के तहत एक वैधानिक निकाय के रूप में स्थापित किया गया था। SERB ने व्यक्तिगत वैज्ञानिकों को लगभग साढ़े तीन हजार नए अनुसंधान और विकास (R&D) परियोजनाओं को मंजूरी देकर महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई है। यह बदलाव शोधकर्ताओं को सशक्त बनाने और स्वतंत्र, जाँचकर्ता द्वारा शुरू की गई वैज्ञानिक जाँच को बढ़ावा देने की प्रतिबद्धता को दर्शाता है।
- यह एक आशाजनक शुरुआत रही है, जिसे अधिक संसाधनों और रचनात्मक शासन संरचनाओं के साथ विस्तारित करने की आवश्यकता है।

अनुसंधान के लिए वित्त को बढ़ाना (Increase Funding for Research)

- निजी क्षेत्र को अनुसंधान और विकास में अपना निवेश बढ़ाने के लिए प्रोत्साहित करना और कॉर्पोरेट सामाजिक उत्तरदायित्व (CSR) फंड के माध्यम से STEM (विज्ञान, प्रौद्योगिकी, इंजीनियरिंग और गणित) अनुसंधान का समर्थन करना, नवाचार और वैज्ञानिक प्रगति को बढ़ावा देने के लिए महत्त्वपूर्ण है।
- मौजूदा कर कानून, जो अनुसंधान एवं विकास में CSR निवेश का समर्थन करते हैं, उन्हें और बढ़ाया जा सकता है। इसमें CSR फंडिंग के लिए पात्र अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों के दायरे का विस्तार करना शामिल है, जो निजी क्षेत्र को अनुसंधान पहल में शामिल होने के लिए अतिरिक्त प्रेरणा प्रदान करता है।
- सरकार नए अनुसंधान एवं विकास वित्त-पोषण के अवसर पैदा करने के लिए निजी क्षेत्र के साथ भी काम कर सकती है, जो निजी क्षेत्र के हितों के अनुरूप भी हो।
- उच्चतर अविष्कार योजना (UAY) के तहत उद्योग-प्रासंगिक अनुसंधान के लिए विज्ञान और इंजीनियरिंग अनुसंधान बोर्ड (SERB) के साथ 50:50 की साझेदारी जैसे सफल मॉडल उदाहरण के रूप में काम करते हैं। ये पहल व्यावहारिक अनुप्रयोगों वाले अनुसंधान को आगे बढ़ाने में सरकार और निजी क्षेत्र के बीच संयुक्त प्रयासों के लिए एक मंच तैयार करती है।
- राज्य सरकारों को भी अपनी अर्थव्यवस्थाओं और आबादी की विशिष्ट समस्याओं के उद्देश्य से अनुप्रयोग उन्मुख अनुसंधान में निवेश करने की आवश्यकता को पहचानना चाहिए।
- यह राज्य के विश्वविद्यालयों को मजबूत करने के साथ-साथ फ़सलों, पारिस्थितिकी और राज्य के लिए विशिष्ट प्रजातियों जैसे क्षेत्रों में बहुत आवश्यक ज्ञान प्रदान करेगा।

राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं को विश्वविद्यालयों से जोड़ना और नए ज्ञान वातावरण का निर्माण करना (Link National Labs to Universities and Create New Knowledge Eco-Systems)

- शैक्षणिक और अनुसंधान परिदृश्य में एक महत्त्वपूर्ण चुनौती विश्वविद्यालयों और अनुसंधान संस्थानों के बीच असंतुलन है, जबकि विश्वविद्यालयों में छात्रों की बहुतायत है, लेकिन पर्याप्त संकाय (Faculty) सहयोग की कमी है। अनुसंधान संस्थानों के पास योग्य संकाय हैं, लेकिन अकसर उत्साही छात्रों के साथ आने वाली जीवंत ऊर्जा और नए विचारों की कमी है।
- विश्वविद्यालयों और अनुसंधान संस्थानों के बीच घनिष्ठ संबंध को बढ़ावा देना, विशेष रूप से विशिष्ट भौगोलिक और स्थानिक अनुसंधान को बढ़ावा देने के लिए महत्त्वपूर्ण है। इस सहयोग को विज्ञान के विशिष्ट क्षेत्रों में राष्ट्रीय अनुसंधान केंद्रों की क्षमता को प्रतिबिंबित करने के लिए तैयार किया जा सकता है।
- वाणिज्यिक क्षेत्र के साथ मजबूत संबंध स्थापित करने के लिए विश्वविद्यालयों और अनुसंधान संस्थानों की संयुक्त शक्ति का लाभ उठाया जा सकता है। यह सहयोग औद्योगिक समूहों के विकास की सुविधा प्रदान करता है, जहाँ नवाचार को बढ़ावा देने के लिए शैक्षणिक और अनुसंधान शक्तियों का उपयोग किया जाता है। यह एकीकरण नवाचार-संचालित "स्मार्ट शहरों" की स्थापना में योगदान दे सकता है।

अनुसंधान एवं विकास के लिए मिशन संचालित दृष्टिकोण (Mission Driven Approach to R&D)

भारत में विभिन्न क्षेत्रों में वैश्विक नेता के रूप में उभरने की क्षमता है, हालाँकि अनुसंधान एवं विकास के लिए निवेश को बढ़ाए जाने की जरूरत है। इसे हासिल करने के लिए विशिष्ट प्रमुख क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करने की आवश्यकता है। निम्नलिखित संभावित मिशनों की पहचान उनके रणनीतिक महत्त्व और सामाजिक प्रभाव की क्षमता के लिए की गई है:

- **डार्क मैटर पर राष्ट्रीय मिशन** (National Mission on Dark Matter): उच्च-ऊर्जा भौतिकी और संबंधित गणित में देश की प्रमुखता को देखते हुए, भारत के लिए "बुनियादी विज्ञान पर राष्ट्रीय मिशन" का प्रस्ताव एक रणनीतिक कदम है। इस मिशन के पीछे का तर्क मौलिक वैज्ञानिक अनुसंधान पर ध्यान केंद्रित करना है, जिसके संभावित लाभ अंतरिक्ष मिशन सहित विभिन्न क्षेत्रों तक विस्तारित हो सकते हैं।
- **जीनोमिक्स पर राष्ट्रीय मिशन** (National Mission on Genomics): जीवन विज्ञान के भविष्य को आकार देने में जीनोमिक अनुसंधान के महत्त्व पर प्रकाश डालते हुए, भारत इस क्षेत्र में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाने के लिए अच्छी स्थिति में है। जीवन विज्ञान अनुसंधान संस्थानों की मजबूत नींव के साथ, देश जीनोमिक अनुसंधान में महत्त्वपूर्ण योगदान दे सकता है।
- **ऊर्जा भंडारण प्रणालियों पर राष्ट्रीय मिशन** (National Mission on Energy Storage Systems): भविष्य के रूप में नवीकरणीय ऊर्जा के महत्त्व पर बल देते हुए और अपने निवेश के लिए भारत की महत्त्वपूर्ण प्रतिबद्धता को पहचानने की आवश्यकता है तथा ऊर्जा भंडारण प्रणालियों में पर्याप्त निवेश की आवश्यकता है। यह रणनीतिक कदम भारत को ऑफ-ग्रिड नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियों के माध्यम से गाँवों को चौबीसों घंटे बिजली प्रदान करने के विशिष्ट लाभ के साथ, ऊर्जा भंडारण प्रणालियों के निर्माण में अग्रणी बनने की स्थिति में रखता है।
- **गणित पर राष्ट्रीय मिशन** (National Mission on Mathematics): "राष्ट्रीय गणित मिशन" का प्रस्ताव एक रणनीतिक पहल है, जिसका उद्देश्य भारत में गणित की शिक्षा और अनुसंधान को बढ़ाना है। मिशन को एक दशक के भीतर देश की मानव पूँजी और गणित में अनुसंधान प्रोफाइल को उच्च स्तर पर ले जाने के लिए एक व्यापक दृष्टिकोण के साथ, विभिन्न स्तरों पर गणित के विभिन्न पहलुओं को संबोधित करने के लिए डिजाइन किया गया है।
- **साइबर फिजिकल सिस्टम पर राष्ट्रीय मिशन** (National Mission on Cyber Physical Systems): "साइबर-भौतिकी प्रणाली (CPS)" शब्द को परिभाषित करने में वास्तविक दुनिया के संदर्भ में मशीन-आधारित संचार, विश्लेषण, अनुमान, निर्णय लेने, कार्यवाही और नियंत्रण को सुविधाजनक बनाने में इसकी भूमिका को समझना शामिल है, जहाँ "भौतिक" एक प्रमुख घटक है। ये प्रणालियाँ भविष्य के उद्योग के लिए मूलभूत तत्त्वों के रूप में कार्य करती हैं, जो नई चुनौतियाँ और अवसर दोनों प्रस्तुत करती हैं।
- **कृषि पर राष्ट्रीय मिशन** (National Mission on Agriculture): एक राष्ट्रीय मिशन कृषि अनुसंधान और प्रौद्योगिकी के मौजूदा संस्थानों में कमजोरियों को दूर करने में मदद कर सकता है।

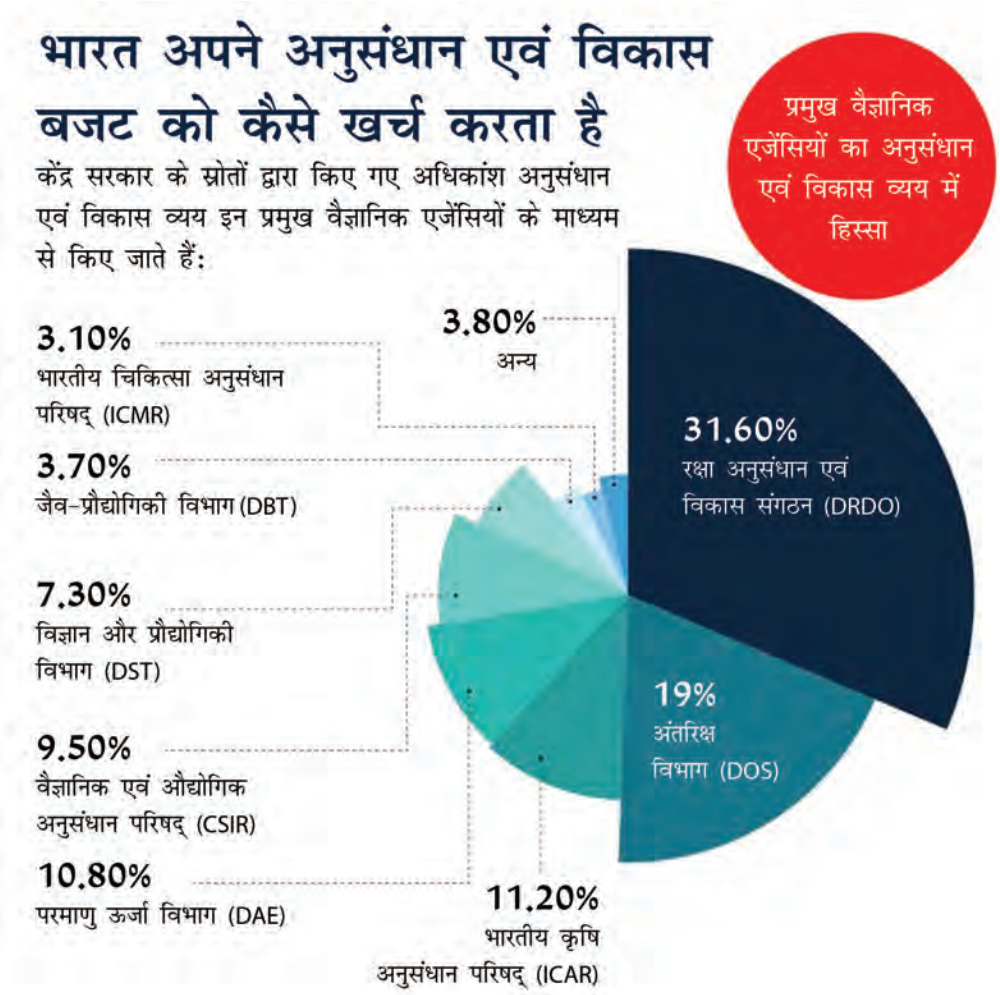
विज्ञान और अनुसंधान प्रतिष्ठानों का व्यापक सार्वजनिक जुड़ाव (Greater Public Engagement of Science and Research Establishments)

- यदि विज्ञान को समाज से अधिक सहयोग प्राप्त करना है, तो इसके लिए वैज्ञानिकों को समाज के साथ और अधिक मजबूती से जुड़ने की आवश्यकता होगी।

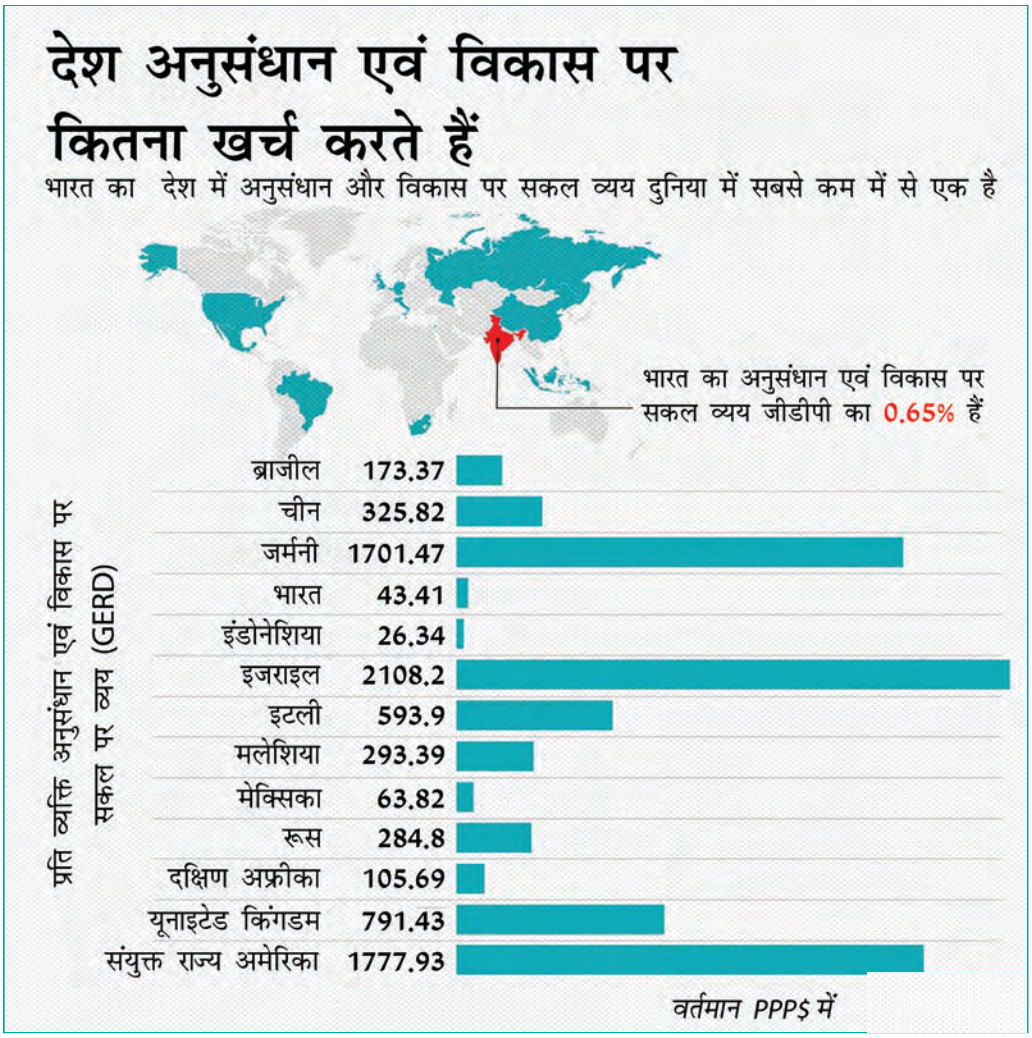
- वैज्ञानिक अनुसंधान का एक बड़ा हिस्सा स्वाभाविक रूप से सार्वजनिक संपत्ति माना जाना चाहिए। ऐसे में, इसके लिए सार्वजनिक क्षेत्र से महत्त्वपूर्ण वित्तीय सहायता की आवश्यकता है।
- शोधकर्ताओं को अपने काम के लिए सक्रिय रूप से व्यापक सार्वजनिक सहयोग प्राप्त करना चाहिए और विभिन्न कार्यों के लिए सार्वजनिक धन की माँग को ध्यान में रखते हुए, सार्वजनिक धन प्राप्ति को अधिकार के रूप में देखने से बचना चाहिए। ऐसा करने से, उन्हें एक ग्रहणशील और सहयोगी दर्शक मिलने की संभावना है।

1.8 निष्कर्ष (Conclusion)

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भारत पीछे नहीं है। विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार (STI) आर्थिक वृद्धि और मानव विकास को आगे बढ़ाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। भारत को एक सतत् विकास पथ पर आगे बढ़ाने के लिए तथा आर्थिक प्रगति, सामाजिक समावेशिता और पर्यावरणीय स्थिरता को शामिल करते हुए "आत्मनिर्भर भारत" की प्राप्ति के लिए, पारंपरिक ज्ञान प्रणालियों को बढ़ावा देने, स्वदेशी प्रौद्योगिकियों के विकास और जमीनी स्तर पर नवाचार को प्रोत्साहित करने पर ध्यान केंद्रित किया जाएगा। विघटनकारी और प्रभावशाली प्रौद्योगिकियों के महत्त्व को भी पहचानता है, जो चुनौतियाँ और अवसर दोनों लाती हैं। जैसे COVID-19 महामारी ने अनुसंधान और विकास (R&D) संस्थानों, शिक्षा जगत और उद्योग को एक सामूहिक मंच पर लाने के लिए समन्वयक के रूप में कार्य किया।



चित्र: केंद्र सरकार के स्रोतों द्वारा किया गया अधिकांश अनुसंधान एवं विकास व्यय इन प्रमुख वैज्ञानिक एजेंसियों के माध्यम से किया जाता है।



चित्र: नीति आयोग की रिपोर्ट के अनुसार, भारत का अनुसंधान एवं विकास पर भारत का सकल व्यय (GERD) उसके सकल घरेलू उत्पाद का 0.65% है, जो विश्व में सबसे कम में से एक है।

मुख्य परीक्षा के विगत वर्षों के कुछ प्रश्नों को हल कीजिए

1. 2014 में भौतिक विज्ञान में नोबेल पुरस्कार संयुक्त रूप से आकासाकी, अमानो तथा नाकामुरा को 1990 के दशक में नीली एल.ई.डी. (Blue LEDs) के आविष्कार के लिए प्रदान किया गया था। इस आविष्कार ने मानव-जाति के दैनंदिन जीवन (Everyday life) को किस प्रकार प्रभावित किया है? **(2021)**

2. प्रो० सत्येंद्र नाथ बोस द्वारा किए गए 'बोस-आइंस्टाइन सांख्यिकी' के कार्य पर चर्चा कीजिए और दर्शाइए कि इसने किस प्रकार भौतिकी के क्षेत्र में क्रांति ला दी थी। **(2018)**