

राष्ट्रीय सुरक्षा जपण्यासाठी राष्ट्रीय शक्तीचा विकास राष्ट्राला साधावा लागतो, हे तुम्ही पहिल्या पाठात शिकला आहात. राष्ट्रीय शक्तीच्या विविध घटकांबद्दल तुम्ही जाणून घेतले आहे. ह्या घटकांपैकी विज्ञान आणि तंत्रज्ञान एक महत्त्वाचा घटक आहे. राष्ट्रीय सुरक्षेत विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाची भूमिका आपण पाहूया.

विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि अभियांत्रिकी यांच्यातील संबंध

विज्ञानाचे मूलभूत ज्ञान व अभियांत्रिकी यांच्या एकत्रीकरणातून तंत्रज्ञान विकास पावते. उदाहरणार्थ, आधीच उपलब्ध असलेल्या साधनांद्वारे व ज्ञानाद्वारे विज्ञान हे विद्युत सुवाहकातील इलेक्ट्रॉन्सच्या प्रवाहाचा अभ्यास करेल. मग अभियंता हे नव्याने शोधलेले ज्ञान वापरून अर्ध संचाहक, संगणक आणि प्रगत तंत्रज्ञानाचे इतर प्रकार, अशी साधने आणि यंत्रे तयार करू शकतील. या अर्थाने वैज्ञानिक आणि अभियंते, दोघांनाही तंत्रज्ञ म्हणावे लागेल म्हणून, विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि अभियांत्रिकी हे संशोधन व विकासाच्या उद्देशासाठी बऱ्याचदा एकच समजले जातात. खाली दिलेल्या प्रत्येकाच्या व्याख्येमुळे तीनही शब्दप्रयोगांमधील परस्परसंबंध चांगल्या प्रकारे समजून येईल.

१) विज्ञान : विज्ञान एक बौद्धिक आणि प्रायोगिक प्रक्रिया आहे. ते निरीक्षण आणि प्रयोग यामधून, भौतिक आणि नैसर्गिक जगाची रचना आणि वर्तणूक यांचा पद्धतशीर अभ्यास करते. या अभ्यासाचा उद्देश ज्ञान मिळवणे हा असतो.

२) तंत्रज्ञान : हे प्रायोगिक विज्ञानाचे उद्योगधंदे आणि व्यापार यात केलेले उपयोजन होय. व्यावहारिक हेतूसाठी वैज्ञानिक ज्ञानाच्या केलेल्या उपयोगाने मिळालेल्या पद्धती, प्रणाली व उपकरणांचा संदर्भ तंत्रज्ञानात येतो. संगणक विज्ञान व इलेक्ट्रॉनिक्स यांच्या एकत्रित उपयोजनातून उदयाला आलेले माहिती तंत्रज्ञान (IT) हे याचे आधुनिक उदाहरण आहे.

३) दुहेरी-वापर तंत्रज्ञान : दिलेल्या कोणत्याही वेळी एकाहून अधिक लक्ष्यांचे समाधान करणारे हे तंत्रज्ञान आहे. यानुसार, एरवी लष्करी कारणांसाठी उपयोगी पडणाऱ्या महाग तंत्रज्ञानांचा उपयोग नागरी हिताच्या गोष्टींसाठी होतो. (उदाहरणार्थ : ग्लोबल पोजिशनींग प्रणाली(GPS); उपग्रह प्रक्षेपणाच्या अग्निबाणाचे तंत्रज्ञान हे उपग्रह प्रक्षेपणासाठी तसेच लांब पल्ल्याच्या क्षेपणास्त्रांसाठीही उपयोगी पडते, अणुभट्टीमध्ये वीजनिर्मिती होते तसेच अणुबॉम्ब तयार करण्यासाठी लागणारे प्लुटोनियम सुद्धा तयार होते.)

४) अभियांत्रिकी : विविध घटकांचा शोध लावणे, त्यांच्यात नावीन्यपूर्णता आणणे, त्यांचा आराखडा तयार करून उत्पादन करणे यासाठी विविध प्रकारच्या ज्ञानाचे उपयोजन म्हणजे अभियांत्रिकी.

५) उत्पादन : उत्पादन म्हणजे कच्चा माल, घटक किंवा भाग यांचे अंतिम वस्तूमध्ये रूपांतर करण्याची प्रक्रिया.

६) उद्योग : वस्तू किंवा सेवा यांची निर्मिती करणाऱ्या उत्पादक किंवा व्यापाराचा समूह म्हणजे उद्योग. आधुनिक जगात उद्योग हे राष्ट्राच्या अर्थव्यवस्थेचा कणा ठरतात.

तुम्हांला माहीत आहे का ?

औद्योगिक क्रांतीमुळे मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन करण्यासाठी कारखान्यांचा विकास झाला व त्यातून समाजव्यवस्था बदलली. सुरुवातीला कारखाने बाष्प-शक्तीवर चालत, परंतु नंतर विद्युतशक्ती आली. जुळणी करणाऱ्या यांत्रिकी पट्ट्याला सुरुवात होऊन एकेक कामगार या प्रक्रियेतील विशिष्ट पायरी पार पाडू लागला. संगणक आणि यंत्रमानव विकसित झाल्यावर ह्या प्रक्रियेला वेग आला.

भारतातील विज्ञान, तंत्रज्ञान व उद्योग यांचा विकास

इतिहासपूर्व काळात वैद्यकशास्त्र, गणित आणि ज्योतिर्विद्या अशा अनेक ज्ञानक्षेत्रांचा जन्म भारतात झाला. मध्ययुगीन भारतामध्ये वस्त्रोद्योग व जहाज बांधणी उद्योग हे चांगले विकसित झाले होते. एच्. एम्. एस्. त्रिकोमाली ही अडतीस तोफा असलेली युद्धनौका ब्रिटिश आरमारासाठी मुंबईमध्ये बांधली गेली. तिचा आराखडा जमशेदजी बोमनजी यांनी तयार केला होता. ह्या नौकेचा कणा (Keel) १८१६ मध्ये रोवला गेला व ऑक्टोबर १८१७ मध्ये नौका तयार झाली.

अशा प्रकारे १७ व्या शतकापर्यंत भारत तंत्रज्ञान, अर्थकारण व युद्धशास्त्र यांच्यामध्ये युरोपातील देशांच्या बरोबरीने होता. १७८० मध्ये टिपू सुलतानाने ब्रिटिश सैन्याविरुद्ध अग्निबाणाचा उपयोग करून त्याला चकित केले होते. ब्रिटिशांनी त्या अग्निबाणांची नक्कल करून त्यांचा वापर १८१२ मध्ये युरोपात नेपोलियनच्या विरुद्ध केला. इंग्लंडमध्ये १७६० च्या सुमारास औद्योगिक क्रांतीची सुरुवात होऊन ती युरोपमध्ये पसरली. दुर्दैवाने भारतीय उपखंड औद्योगिक क्रांतीच्या बाहेर राहिले व

वस्त्रोद्योग, धातुशास्त्र, विस्फोटके, जलद तसेच मोठ्या प्रमाणावरील उत्पादनासाठी लागणारी यंत्रणा आणि वाहतूक प्रणाली अशा विविध क्षेत्रांमध्ये युरोपीय देशांच्या मागे पडले. १८ व्या शतकात ब्रिटिशांनी भारताला आपल्या अमलाखाली आणल्यावर भारताचे स्वतःचे असे वस्त्रोद्योग आणि जहाजबांधणी उद्योग मोडकळीला आले.

ब्रिटिश अमलाखाली येथील शिक्षण व्यवस्थेलाही फटका बसला; विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा विकास व्हावा म्हणून अध्ययन व संशोधन करणाऱ्या संस्था स्थापन करण्याला काहीच उत्तेजन नव्हते. सन १९४७ च्या स्वातंत्र्यप्राप्तीनंतर, सरकारने उच्च शिक्षणासाठी आणि मूलभूत व उपयोजित विज्ञान आणि तंत्रज्ञानांमधील संशोधनासाठी अनेक राष्ट्रीय संशोधन प्रयोगशाळा व संस्था स्थापन करून त्याद्वारे वैज्ञानिक-तांत्रिक संशोधनाला प्रोत्साहित केले. ह्या प्रयत्नांचा परिणाम म्हणून अनेक क्षेत्रात संशोधन संधी उपलब्ध होऊन विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाने खूप प्रगती साधली, यामध्ये कृषी, वस्त्रोद्योग, आरोग्य-सेवा, औषध निर्माण, माहिती तंत्रज्ञान, अवकाश, आण्विक आणि संरक्षण तंत्रज्ञानाचा समावेश होतो.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञानविषयक तसेच पूर्णतः बिनलष्करी क्षेत्रामधील हे सर्व यश रणनीती व राष्ट्रीय सुरक्षेच्या दृष्टीने खूप महत्त्वाचे आहे. उदाहरणार्थ, डॉ. स्वामिनाथन व डॉ. वर्गीस कुरियन ह्यांच्या प्रयत्नांमधून शेती व दुग्धोत्पादन क्षेत्रात घडून आलेल्या अनुक्रमे हरित व धवल क्रांतीचा परिणाम म्हणून लोकसंख्येसाठीच्या अन्नधान्य उत्पादनात भारत स्वयंपूर्ण झाला. दुर्दैवाने, औद्योगिक क्षेत्रातील उत्पादनाची व्याप्ती व वेग आणि राष्ट्राच्या जलद विकासासाठी असणाऱ्या आवश्यकता यांचा मेळ बसला नाही.

१९९१ मध्ये भारतामध्ये मोठ्या प्रमाणावर आर्थिक सुधारणा घडून आल्या. औद्योगिक क्षेत्रातील खाजगी सहभाग वाढला. तरीही, शस्त्रास्त्र तंत्रज्ञानासह इतर काही उच्च तंत्रज्ञान उत्पादन क्षेत्रात भारत अजूनही स्वयंपूर्ण व्हावयाचा आहे. डॉ. होमी भाभा, डॉ. विक्रम साराभाई, डॉ. अब्दुल कलाम, डॉ. विजय भटकर, डॉ. स्वामिनाथन, डॉ. वर्गीस कुरियन ह्या व इतर वैज्ञानिक व अभियंत्यांची लष्करी, बिनलष्करी आणि दुहेरी वापर तंत्रज्ञानाच्या अनेक क्षेत्रांमध्ये लक्षणीय यश मिळवायला मदत झाली आहे. ती खालीलप्रमाणे-

१) लष्करी तंत्रज्ञान : लष्करी तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रामध्ये सशस्त्र दलांना लागणारी सर्व प्रकारची क्षेपणास्त्रे बनवण्यासाठी भारताला सक्षम करण्यास डॉ. ए.पी. जे. अब्दुल कलाम प्रेरक ठरले.

२) आण्विक तंत्रज्ञान : शांततापूर्ण व लष्करी उपयोगासाठी, डॉ. होमी भाभा यांनी भारताच्या आण्विक विकास कार्यक्रमाची उभारणी केली. आण्विक शस्त्रसज्ज देश असूनही भारताने विद्युत निर्मितीसाठी स्वतःच्या अणुभट्ट्या उभारल्या आहेत.

३) अंतराळ तंत्रज्ञान : डॉ. विक्रम साराभाई, डॉ. कस्तुरीरंगन, आणि भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेच्या (इस्रोच्या) इतर अनेक वैज्ञानिकांनी अग्निबाण, अंतराळयान व उपग्रह उभारणे आणि अवकाशात पाठवणे यामध्ये भारताला स्वयंपूर्ण बनवले आहे. राष्ट्राला लष्करी व नागरी उपयोगासाठी दळणवळण, दिशादर्शन आणि निगराणीच्या सुविधा पुरवण्यास उपग्रह बहुमोल ठरले आहेत.

४) कृषी : कृषिवैज्ञानिक डॉ. एम्. एस्. स्वामिनाथन, आणि अभियंता असणाऱ्या डॉ. वर्गीस कुरियन यांनी अनुक्रमे हरित आणि धवल क्रांती यशस्वी केली. परिणामी भारत आता अन्नधान्य, फळे, भाजीपाला, दूध आणि पोल्ट्री उत्पादने यामध्ये जगातील अग्रेसर उत्पादक झाला आहे. हा बिनलष्करी विकाससुद्धा धोरणात्मक आणि राष्ट्रीय सुरक्षेच्या दृष्टिकोनातून अतिशय महत्त्वाचा आहे.

५) माहिती तंत्रज्ञान : भारताचा पहिला महासंगणक बनवण्यासाठी डॉ. विजय भटकर यांनी तरुण अभियंत्यांचे नेतृत्व केले. अनेक तरुण भारतीय अभियंत्यांनी आणि डॉ. नारायण मूर्तीसारख्या उद्योजकांनी भारताला माहिती तंत्रज्ञानातील एक आघाडीची ताकद बनवले आहे.

विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि उत्पादकता व राष्ट्रीय सुरक्षा

अर्थव्यवस्थेचा विकास जलदगतीने करून सुबत्ता आणण्यासाठी, नागरिकांची आर्थिक व सामाजिक सुस्थिती सुनिश्चित करण्याकरिता भारताला विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा विकास करणे गरजेचे आहे. भारताचा आकार, भूराजकीय स्थिती, राष्ट्रीय सुरक्षेला असलेले धोके आणि राष्ट्रीय हिताची जपणूक करण्याची गरज यांमुळे भारताला लष्करी दलासाठी आवश्यक शस्त्रे आणि तदनुषंगिक प्रणाली यांचे विकसन व उत्पादन करणे गरजेचे झाले आहे.

राष्ट्राच्या संदर्भातील आर्थिक, सामाजिक, वैज्ञानिक व तंत्रज्ञानाविषयक बाबींचा समावेश असलेल्या, सर्व विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील प्रगतीचा राष्ट्रीय सुरक्षेवर खूप मोठा परिणाम होत असतो. हा परिणाम अभ्यासताना

आपण पुढे नमूद केलेल्या मर्यादित क्षेत्रांतील परिणामांचा अभ्यास या पाठात पुढे करूया.

- १) अंतराळ
- २) आण्विक
- ३) इलेक्ट्रॉनिक्स
- ४) लष्करी

भारतीय अंतराळ कार्यक्रम



डॉ. विक्रम अंबालाल साराभाई (१९१९-१९७१)

भारतीय अंतराळ कार्यक्रमाचे जनक, भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेची (ISRO) स्थापना त्यांच्या योगदानातून झाली.

डॉ. विक्रम साराभाई आणि डॉ. रामनाथन यांच्या नेतृत्वाखाली अंतराळ संशोधनासाठीची भारतीय राष्ट्रीय समिती (Indian National Committee for Space Research-INCOSPAR) सन १९६२ मध्ये स्थापन केली गेली. पुढे १५ ऑगस्ट १९६९ रोजी INCOSPAR चे रूपांतर भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेमध्ये (ISRO मध्ये) करण्यात आले.

इस्रो (ISRO) चे ब्रीद :

अंतराळ तंत्रज्ञानाचा उपयोग राष्ट्रीय विकासासाठी करतानाच अंतराळ विज्ञान संशोधन व ग्रहांचा मागोवा घेणे.

आज भारत जगातल्या पहिल्या पाच अंतराळ शक्तींपैकी एक गणला जातो. अग्निबाण, अंतराळयान

आणि उपग्रह यांच्या बांधणीत व प्रक्षेपणात भारत स्वयंपूर्ण आहे. चंद्राकडे जाण्याची चांद्रयान 1 मोहीम आणि मंगळाकडे जाण्याची मंगळयान मोहीम, यांच्या यशातून भारताने अंतराळाला गवसणी घातली आहे.

भारतीय अंतराळ कार्यक्रमाचे तीन ठळक घटक आहेत-

- i) **प्रक्षेपक :** इस्रोने १९६५ पासून स्वदेशी बनावटीच्या चाचपणी अग्निबाणांचे (Sounding Rocket) प्रक्षेपण करून एक छोटीशी सुरुवात केली.
- ii) **अंतराळयान :** इस्रोने सेन्सिंग, आंतरग्रहीय मागोवा, दिशादर्शक यांसाठी मोठ्या संख्येने उपग्रह विकसित व प्रक्षेपित केले आहेत.
- iii) **उपयोजन कार्यक्रम :** यामध्ये शिक्षण, आरोग्य, सुदूर संवेदन, नकाशाचित्रण, दिशादर्शन आणि लष्करी उद्देश अशा उपग्रह आधारित कार्यक्रमांचा समावेश होतो.

अंतराळ हा नेहमीच वैज्ञानिक संशोधन व विकासाचा महत्त्वाचा भाग मानलेला आहे. धातुशास्त्र, अतिवाहकता, अब्जांशीतंत्रज्ञान (Nanotechnology) आणि शीतनिर्मितीशास्त्र (Cryogenics) ह्या क्षेत्रांमधील तंत्रज्ञानविषयक शोध हे दुहेरी वापर तंत्रज्ञानात गणले जातात. इस्रोने आपल्या उपग्रहांना ऊर्जा पुरवण्यासाठी लीथियम आयन बॅटच्या विकसित केल्या, त्यांचे अनेक लष्करी उपयोग आहेत, पाणबुड्यांमधील त्यांचा वापर हा त्यांच्यापैकी एक होय.

तुम्हांला माहीत आहे का ?

चाचपणी रॉकेट हे एक किंवा दोन टप्प्यांचे स्थायू प्रणोदक (Propellant) रॉकेट असते. त्याचा उपयोग ऊर्ध्व (Upper) वातावरणाची तपासणी व अंतराळ संशोधन यांसाठी करतात. नवीन घटकांच्या प्रतिकृती तसेच प्रक्षेपक वाहन व उपग्रहांसाठी लागणाऱ्या उपप्रणालींच्या तपासणी किंवा सिद्धतेसाठी सहज परवडणारे पायाभूत साधन (Platform) म्हणूनही ते काम करते.

इस्रोचे उपग्रह प्रक्षेपक



SLV-3

Height : 22.7m
Lift-off weight : 17t
Propulsion : All Solid
Payload mass : 40 kg
Orbit : Low Earth Orbit



ASLV

Height : 23.5m
Lift-off weight : 39t
Propulsion : All Solid
Payload mass : 150 kg
Orbit : Low Earth Orbit



PSLV-XL

Height : 44m
Lift-off weight : 320t
Propulsion : Solid & Liquid
Payload mass : 1860 kg
Orbit : 475 km
Sun Synchronous
Polar Orbit
(1300 kg in
Geosynchronous
Transfer Orbit)
Payload mass



GSLV Mk II

Height : 49m
Lift-off weight : 414t
Propulsion : Solid, Liquid & Cryogenic
Payload mass : 2200 kg
Orbit : Geosynchronous
Transfer Orbit



GSLV Mk III

Height : 43.43m
Lift-off weight : 640t
Propulsion : Solid, Liquid & Cryogenic
Payload mass : 4000 kg
Orbit : Geosynchronous
Transfer Orbit

अधिक तपशिलासाठी पहा : <https://www.isro.gov.in/applications>

आण्विक कार्यक्रम

स्वातंत्र्यानंतर लगेचच भारताने आपला आण्विक कार्यक्रम सुरू केला. आण्विक प्रश्नांबाबत शासनाला सल्ला देण्यासाठी अणुऊर्जा आयोगाची (AEC : Atomic Energy Commission) स्थापना झाली. वीजनिर्मितीसाठी अणुऊर्जेचा वापर हा आण्विक कार्यक्रमाचा मुख्य हेतू राहिलेला आहे. आण्विक क्षेत्रामध्ये डॉ. होमी भाभा व मेघनाद साहा यांनी असामान्य अशी भूमिका बजावली. १९५४ मध्ये डॉ. होमी भाभा यांच्या नेतृत्वाखाली अणुऊर्जा विभागाची निर्मिती झाली.

भारताच्या ऊर्जा सुरक्षा आणि शाश्वत विकास योजनांत आण्विक ऊर्जा महत्त्वाची भूमिका बजावणार आहे. जगातील सर्वात जास्त थोरिअम खनिज साठा भारताकडे आहे. म्हणूनच अणुऊर्जा भट्ट्यांसाठी थोरिअम मूळ इंधन होऊ शकते. थोरिअम हा अणुभंग (Fission) होणारा पदार्थ नसला तरीही नैसर्गिक युरेनिअम किंवा प्लुटोनियम इंधनावर चालणाऱ्या अणुभट्टीत त्याचे रूपांतरण युरेनिअम-२३३ मध्ये करता येते. यामुळे भारताचे जीवाश्म इंधनांवरील अवलंबित्व कमी होईल.



डॉ. होमी जहांगीर भाभा (१९०९-१९६६)

डॉ. भाभा हे द्रष्टे व संस्था उभारणी करणारे वैज्ञानिक होते. १९४८ मध्ये अणु ऊर्जा आयोग व १९५४ मध्ये अणु ऊर्जा विभाग यांच्या स्थापनेसाठी प्रयत्नशील होते. त्यांनी १९५० च्या सुमारासच अणु ऊर्जा कार्यक्रमाचे महत्त्व ओळखले होते. त्यांनी राष्ट्राच्या ऊर्जा सुरक्षेसाठी त्रिस्तरीय आण्विक कार्यक्रमाची सुरुवात केली.

तुम्हांला माहीत आहे का ?

भारताची अणुऊर्जा नीती : अणुऊर्जेचा वीज उत्पादनासाठी वापर करण्याच्या दृष्टिने भारताचा आण्विक कार्यक्रम आखला गेला आहे. हा कार्यक्रम युरेनियम आणि थोरियमच्या वापरावर आधारित आहे.

भारतातील हे खनिज साठे किती आहेत ह्या बाबतचा अंदाज :

नैसर्गिक युरेनियम : ७०,००० टन,

नैसर्गिक थोरियम : ३,६०,००० टन

भारताचा तीन टप्प्यांचा आण्विक कार्यक्रम :

पहिला टप्पा : युरेनियम ऑक्साईड (UO_2) आणि हेवी वॉटरचा वापर करून प्रेशराईस्ड हेवी वॉटर आण्विक प्रकल्पाची निर्मिती. ह्या टप्प्यात वापरलेल्या इंधनावर पुनःप्रक्रिया करण्याची देखील योजना आहे.

दुसरा टप्पा : पहिल्या टप्प्यातून निर्माण झालेले प्लुटोनियम २३९ वापरून फास्ट ब्रीडर रिअॅक्टर निर्माण करणे.

तिसरा टप्पा : युरेनियम २३३ चा वापर करून फास्ट ब्रीडर रिअॅक्टर वापरणे. ह्या टप्प्यात भारताच्या थोरियमच्या साठ्याचा वापर करणे.

(For details see : Bhabha Atomic Research Centre, http://www.barc.gov.in/about/anushakti_sne.html).

हे साधण्यासाठी डॉ. होमी भाभा यांनी भारताकडील युरेनिअमच्या मर्यादित साठ्याच्या प्रश्नावर थोरिअमच्या माध्यमातून मात करून स्वदेशी आण्विक ऊर्जा विकसित करण्याचा एक मार्ग म्हणून १९५० च्या सुमारास त्रिस्तरीय आण्विक कार्यक्रमाची सुरुवात केली.

आण्विक कार्यक्रमाला चालना देण्यासाठी शासनाने धोरणात्मक पावले उचलली आहेत. यांमध्ये अमेरिका,

फ्रान्स व रशिया यांच्याबरोबर अणुभट्ट्यांचे तंत्रज्ञान मिळवून त्या उभारणे तसेच एकस्लूजिव न्युक्लिअर सप्लायर्स ग्रुप चे (NSG) सदस्य होणे यासाठी अमेरिका, फ्रान्स व रशियाबरोबर केलेल्या आण्विक सहकार्य करारांचा समावेश आहे.

Nuclear Suppliers Group(NSG) - आण्विक सामग्री पुरवठा करणारा गट : आण्विक शस्त्रांची निर्मिती करण्यासाठी लागणारी साधन सामग्री आणि तंत्रज्ञान यांच्या निर्यातीवर नियंत्रण ठेवून आण्विक शस्त्रास्त्रांचा प्रसार थांबवण्यासाठी निर्माण केलेला हा आण्विक सामग्री निर्यात करणाऱ्या राष्ट्रांचा गट आहे.

भारताचे आण्विक धोरण

भारताचे आण्विक धोरण दोन तत्वांभोवती आखले आहे : शांततामय कारणासाठी आण्विक ऊर्जेचा वापर करण्यासाठी संशोधन व विकासाला प्रोत्साहन देणे, आणि आण्विक कार्यक्रमांमध्ये स्वयंपूर्णता मिळवणे. पंडित जवाहरलाल नेहरू यांनी जाहीरपणे अण्वस्त्र विकासाला विरोध केला होता. त्यांनी नेहमीच म्हटले की भारत शांततामय कारणासाठी अणुऊर्जेचा उपयोग करेल.

चीनने १९६४ मध्ये आण्विक चाचण्या केल्यानंतर भारताच्या आण्विक कार्यक्रमात पहिला बदल घडून आला. तत्कालीन प्रधानमंत्री लालबहादूर शास्त्री यांच्या नेतृत्वाखाली भारताने जाहीर केले की शांततामय कारणासाठी अणुस्फोटकाच्या उपयोगाचा विचार करण्यासाठी भारत इच्छुक आहे. भारताने आण्विक स्फोटके विकसित करण्याचा विचार करण्याची ही पहिली वेळ होती.

भारताने पहिली आण्विक चाचणी १९७४ मध्ये पोखरण येथे घेतली. ह्या चाचणीनंतर प्रधानमंत्री श्रीमती इंदिरा गांधी यांनी सांगितले की ही आण्विक चाचणी म्हणजे शांततापूर्ण कार्यासाठीच्या संशोधन व विकासकामाचा भाग म्हणून केलेला एक प्रयोग होता. भारताने जगाला दाखवून दिले की भारत अण्वस्त्रे विकसित करण्यासाठी सक्षम आहे, परंतु ते करण्याचा भारताचा हेतू नाही.

१९९८ मध्ये भारताने पुन्हा पोखरणमध्येच अनेक आण्विक चाचण्या केल्या. भारताने आता तो अण्वस्त्र राष्ट्र असल्याची घोषणा केली. आण्विक चाचणीनंतर प्रधानमंत्री अटल बिहारी वाजपेयी यांनी केलेल्या विधानातून भारताच्या आण्विक धोरणातील मुख्य मुद्दे समजतात :

- १) भारताच्या शेजारी राष्ट्रांमध्ये अण्वस्त्रे व क्षेपणास्त्रे यांचा प्रसार झाल्यामुळे १९८० आणि १९९० च्या दशकांमध्ये भारताची संरक्षण क्षेत्रातील परिस्थिती खालावली.
- २) बाहेरून मदत मिळणारा व पुरस्कृत असलेला दहशतवाद आणि छुपे युद्ध यांचा भारत बळी पडत आला आहे.
- ३) जागतिक स्तरावर अण्वस्त्रधारी राष्ट्रे अण्वस्त्रमुक्त जगाकडे वाटचाल करीत असल्याचा कोणताही पुरावा आपल्याला दिसत नाही.
- ४) अण्वस्त्र प्रसारबंदी करार अनिश्चित काळापर्यंत पुढे ढकलल्यामुळे पाच देशांच्या हातातील अण्वस्त्रांचे अस्तित्व कायम राहिले.
- ५) या शस्त्रांचा उपयोग आक्रमणासाठी करण्याचा भारताचा इरादा नाही; ही स्वसंरक्षणाची शस्त्रे आहेत.

आण्विक प्रसार बंदी करार (Nuclear Non-Proliferation Treaty- NPT) NPT हा आंतरराष्ट्रीय करार असून त्याचे उद्दिष्ट अण्वस्त्रांचा व अण्वस्त्र तंत्रज्ञानाचा प्रसार रोखणे, शांततामय उपयोगामध्ये सहकार्याला प्रोत्साहन देणे आणि अण्वस्त्रमुक्ती व सर्वसाधारण तसेच संपूर्ण शस्त्रास्त्रमुक्तीचे ध्येय पुढे नेणे असे आहे. ह्या करारावर १९६८ मध्ये स्वाक्षऱ्या झाल्या. भारत ह्या करारात सहभागी झाला नाही. ज्यांच्याकडे अण्वस्त्रे नाहीत त्या देशांना अण्वस्त्र निर्मिती करण्यासाठी हा करार प्रतिबंध करतो. परंतु ज्या देशांकडे अण्वस्त्रे आहेत त्यांच्यावर हा करार कोणतीही बंधने घालत नाही. हा भेदभाव आहे. म्हणून ह्या करारात सहभागी होण्यासाठी भारताने नकार दिला.



पोखरण चाचणी स्थळ

अण्वस्त्रधारी देश : स्टॉकहोम आंतरराष्ट्रीय शांतता संशोधन संस्था (SIPRI) यांच्यानुसार पुढील देश अण्वस्त्रधारी आहेत : अमेरिका, युनायटेड किंगडम, फ्रान्स, चीन, भारत, पाकिस्तान, इस्त्राएल व उत्तर कोरिया. (SIPRI ची जानेवारी २०१६ ची माहिती)

शोधा पाहू :

आण्विक सामग्री पुरवठा करणाऱ्या गटात (NSG) कोणकोणती राष्ट्रे सहभागी आहेत त्याची यादी करा.

इलेक्ट्रॉनिक्स



CENTER FOR DEVELOPMENT OF
ADVANCED COMPUTING

प्रगत संगणन विकास केंद्र



परम महासंगणक

भारतीय केंद्रशासनाच्या राष्ट्रीय इलेक्ट्रॉनिक्स धोरण (National Policy on Electronics-NPE) २०११ चा देशात इलेक्ट्रॉनिक्स प्रणाली आराखडा व

उत्पादन (Electronics System Design & Manufacturing, ESDM) यांना प्रोत्साहन देणे हा उद्देश आहे. ह्या धोरणाच्या उद्दिष्टांपैकी एक

महत्त्वाचे उद्दिष्ट संरक्षण, अणुऊर्जा, अवकाश अशी अर्थव्यवस्थेची मूलभूत क्षेत्रे व ESDM यांच्यामध्ये भागीदारी विकसित करणे हे आहे. देशातील माहिती व संप्रेषण तंत्रज्ञानाच्या (ICT) पायाभूत सुविधा व सायबर स्पेस यांच्या सुरक्षेसाठी संपूर्णपणे सुरक्षित अशी सायबर परिसंस्था निर्माण करण्याचीही योजना शासन आखत आहे.

भारताच्या संरक्षण सिद्धतेतील इलेक्ट्रॉनिक्स हा एक महत्त्वाचा भाग आहे. उपग्रह-दूरभाष, रडार, मार्गदर्शित क्षेपणास्त्रे, विविध उपकरणांची इलेक्ट्रॉनिक सर्किट्स अशा यंत्रणांच्या संप्रेषणामध्ये त्याचा वापर होतो. भारताने स्वदेशी महासंगणक व महासंगठन विकसित करण्यासाठी कार्यक्रम सुरू केला आहे. अण्वस्त्रांच्या विकासात साहाय्य करण्यासाठीही हे महासंगणक सक्षम आहेत. परम 800 हा पहिला महासंगणक प्रगत संगणन विकास केंद्राने (Center for Development of Advanced Computing, C-DAC) विकसित केला.

सायबर सुरक्षेवरील चर्चेत आंतरजाल आणि सामाजिक जाल जोडणीची वाढ याचबरोबर विविध तंत्रज्ञानाचे एकत्र येणे यामुळे एका नवीन भीतीची भर पडली आहे. आंतरजालाचा प्रचंड उपयोग आहे. लोक वेब (web) आणि सामाजिक जालजोडणी स्थळांचा वापर दररोज करत आहेत. सायबर अवकाशात जे घडते त्या सर्वांचे परीक्षण करणे अशक्य आहे. तंत्रज्ञानातील जाल प्रगती समजून घेऊन हाताळण्यात नवीन प्रकारचे धोके निर्माण झाले आहेत. सायबर सुरक्षेचे धोके अधिकाधिक अत्याधुनिक व जटिल झालेले आहेत. ऊर्जा-पुरवठा, बँकव्यवहार, रेल्वे, हवाई वाहतूक नियंत्रण इत्यादींसारख्या मूलभूत सामाजिक गरजांवर हल्ले होऊ शकतात. शासकीय मंत्रालये, बँका, सुविधाकेंद्रे व इतर अत्यावश्यक पायाभूत सुविधा, आणि देशभरातील कंपन्या यांना लक्ष्य करून हॅकर्स खंडणी मागू शकतात. ह्या कृती म्हणजे पारंपरिक कायदा व सुव्यवस्थेच्या अडचणी आहेत. त्यामुळे त्यांना हाताळणे अवघड ठरू शकते. ह्या अडचणी हाताळण्यासाठी भारत सरकारने २०१३ मध्ये सायबर सुरक्षेशी संबंधित

कृती निश्चित करून त्यावर मार्गदर्शन करणारा एकछत्री आराखडा देण्यासाठी राष्ट्रीय सायबर सुरक्षा धोरण आणले आहे.

तपशिलासाठी पहा :

नॅशनल सायबर सिक्यूरिटी पॉलिसी -२०१३ (NCSP-२०१३) भारत सरकारचे इलेक्ट्रॉनिक्स व माहिती तंत्रज्ञान खाते. <http://meity.gov.in/writeveadata/files/NationalCyberSecurityPolicy-२०१३-O.pdf>

लष्करी तंत्रज्ञान-संशोधन, विकास व उत्पादन

संरक्षण संशोधन व विकास संघटना :

लष्करी तंत्रज्ञान म्हणजे युद्धामधील वापरासाठी तंत्रज्ञानाचे उपयोजन होय. ते अभियांत्रिकीच्या अनेक पारंपरिक शाखांच्या ज्ञानावर आधारलेले असते. यामध्ये यांत्रिकी अभियांत्रिकी, विद्युत अभियांत्रिकी, मेकॅट्रॉनिक्स, इलेक्ट्रोऑप्टिक्स, एरोस्पेस अभियांत्रिकी, पदार्थ अभियांत्रिकी व रासायनिक अभियांत्रिकी यांचा समावेश होतो.

१९५८ मध्ये संरक्षण खात्याला वैज्ञानिक व तांत्रिक सल्ला उपलब्ध करण्यासाठी संरक्षण संशोधन व विकास संघटनेची (Defence Research and Development Organization, DRDO) स्थापना झाली. जागतिक दर्जाच्या विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा पाया रचणे व संरक्षण सेवेसाठी अत्याधुनिक प्रणाली व समस्यापूर्ती तंत्रज्ञान उपलब्ध करणे हे या संघटनेचे ध्येय आहे. संरक्षण उपकरणांचे मूल्यमापन करणे व संरक्षण उद्योगाला तांत्रिक ज्ञान पुरवणे ही कामे सुद्धा ही संघटना करते. आजमितीस DRDO च्या ५० हून अधिक प्रयोगशाळा असून त्या विविध शाखांमधील लष्करी तंत्रज्ञान विकसित करण्यात कार्यरत आहेत. यामध्ये एरोनॉटिक्स, शस्त्रास्त्रे, इलेक्ट्रॉनिक्स, लढाऊ वाहने, अभियांत्रिक प्रणाली,

उपकरण निर्माणशास्त्र, क्षेपणास्त्रे, प्रगत संगणन व सिम्युलेशन, विशेष पदार्थ, आरमार प्रणाली, जैव विज्ञान, प्रशिक्षण, माहिती प्रणाली आणि शेती यांचा समावेश होतो.

DRDO ने यशस्वीरीत्या अनेक शस्त्रास्त्रे विकसित केली आहेत. यांमध्ये तेजस हलके लढाऊ विमान, अर्जुन मुख्य लढाऊ रणगाडा, इंद्र रडार, पिनाक मल्टी बॅरल रॉकेट प्रणाली यांचा समावेश होतो. DRDO चा सर्वाधिक यशस्वी कार्यक्रम म्हणजे डॉ. अब्दुल कलाम यांच्या नेतृत्वाखाली १९८३ मध्ये सुरू झालेला एकात्मिक मार्गदर्शित क्षेपणास्त्र विकास कार्यक्रम (इंटीग्रेटेड गाईडेड मिसाइल डेव्हलपमेंट प्रोग्रॅम) (IGMDP) होय. त्यामध्ये अग्नि हे मध्यम पल्ल्याचे बॅलिस्टिक क्षेपणास्त्र, त्रिशूल हे कमी उंचीचे जलद प्रतिक्रियेचे पृष्ठभागावरून हवेत झेपावणारे क्षेपणास्त्र (Surface to Air SAM), आकाश हे मध्यम ते उच्च उंचीचे SAM, पृथ्वी हे रणनैतिक पृष्ठभागावरून पृष्ठभागावर जाणारे क्षेपणास्त्र (Surface to Surface Missile, SSM) आणि नाग हे तिसऱ्या पिढीचे रणगाडानाशक क्षेपणास्त्र ह्या पाच वेगवेगळ्या क्षेपणास्त्रांच्या विकासाचा समावेश होता.

एकात्मिक मार्गदर्शित क्षेपणास्त्र विकास कार्यक्रमाने भारतात क्षेपणास्त्र तंत्रज्ञानाचा पाया रचला. यातून सुधारित तंत्रज्ञान व क्षमता असलेल्या अनेक प्रकारच्या क्षेपणास्त्रांचा विकास होत गेला. यामध्ये पृथ्वी II व III लघु पल्ल्याची पृष्ठभाग ते पृष्ठभाग बॅलिस्टिक क्षेपणास्त्रे, अग्नि III व अग्नि IV ही मध्यम पल्ल्याची पृष्ठभाग ते पृष्ठभाग आंतरखंडीय बॅलिस्टिक क्षेपणास्त्रे, अग्नी V आंतरखंडीय क्षेपणास्त्र, ब्राह्मोस हे स्वनातीत क्रूज मिसाइल (सुपर सॉनिक), निर्भय हे सबसॉनिक क्रूज मिसाइल, पाणबुडीतून प्रक्षेपण करण्याची K4 आणि K15 ही बॅलिस्टिक क्षेपणास्त्रे, प्रद्युम्न व पृथ्वी हवाई संरक्षणाची पृष्ठभाग ते हवा क्षेपणास्त्रे आणि अस्त्र हे हवेतून हवेत मारा करणारे क्षेपणास्त्र यांचा समावेश होता.



डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम (१९३१-२०१५)

इस्रोच्या प्रक्षेपक वाहन कार्यक्रमाच्या उत्क्रांतीसाठी डॉ. कलाम हे उद्गाते होते. त्यांनी एकात्मिक मार्गदर्शित क्षेपणास्त्र विकास कार्यक्रमाचे प्रमुख कार्यकारी म्हणून संरक्षण संशोधन व विकास संघटनेमध्ये, स्वदेशी मार्गदर्शित मिसाइलचा विकास करण्याची जबाबदारी स्वीकारली. त्यांना भारताचे 'मिसाइल मॅन' म्हणून ओळखले जाते. डॉ. कलाम दि. २५ जुलै २००२ रोजी भारताचे ११ वे राष्ट्रपती झाले.

क्षेपणास्त्रांचे (मिसाइल) वर्गीकरण

सामान्यत : क्षेपणास्त्राचे वर्गीकरणासाठी संयुक्त घटक वापरतात. पल्ला हा वर्गीकरणाचा एक महत्त्वाचा घटक आहे.

- **रणनैतिक क्षेपणास्त्र (टॉक्टिकल मिसाइल) :** अंदाजे पल्ला : १५० कि.मी. ते ३०० कि.मी. (उदा. पृथ्वी I)
- **लघु पल्ल्याचे बॅलिस्टिक मिसाइल :** अंदाजे पल्ला : ३०० कि.मी. ते १००० कि.मी. (उदा. अग्नि I)
- **मध्यम पल्ल्याचे बॅलिस्टिक मिसाइल :** अंदाजे पल्ला : १००० कि.मी. ते ३५०० कि.मी. (अग्नि 2 आणि K4 सागरिका)
- **इंटरमिडिएट पल्ल्याचे बॅलिस्टिक मिसाइल :** अंदाजे पल्ला : ३५५० कि.मी. ते ५५०० कि.मी. (उदा. अग्नि 3 व अग्नि 4)
- **आंतरखंडीय बॅलिस्टिक मिसाइल :** अंदाजे पल्ला : ५५०० कि.मी. ते हून अधिक (उदा. अग्नि 5)



‘पृथ्वी’ मिसाइल



‘अग्नि’ मिसाइल



‘आकाश’ मिसाइल



‘त्रिशूल’ मिसाइल



‘नाग’ मिसाइल



‘ब्राह्मोस’ मिसाइल



DRDO उत्पादने

भविष्यकाळात लष्करी क्षेत्रात बदल घडवून आणणारे तंत्रज्ञान (गेमचेंजर)

भारताला अमेरिका, रशिया, जपान व फ्रान्स यांसारख्या प्रगत राष्ट्रांच्या शस्त्रास्त्रांची पातळी गाठण्यासाठी अजूनही काम करायचे असतानाच पुढील अग्रिम तंत्रज्ञानांमध्ये पुढे झेपावण्याकडे भारताने लक्ष दिले पाहिजे.

- कृत्रिम बुद्धिमत्ता व रोबोटिक्स.
- कणांचा किरण व लेझर किरण शस्त्रे.
- विद्युत चुंबकीय परिचालन.
- उच्च ताकद व उष्णतारोधकता असलेली वजनाने हलकी अशी सुपर संमिश्रे (Super alloys) व संयुक्ते (Composites).

- प्रणालींचे सूक्ष्मीकरण.
- रडार तपासाचा पराभव करू शकेल असे चौर्य तंत्रज्ञान.

तुम्हांला माहीत आहे का ?

27 मार्च 2019 रोजी भारताने अंतराळात उपग्रह भेदी क्षेपणास्त्राची यशस्वी चाचणी केली. शत्रूचे उपग्रह किंवा क्षेपणास्त्रांचा नाश करण्यासाठी ह्याचा वापर करता येतो. अशा प्रकारची चाचणी करणारा भारत हे जगातील चौथे राष्ट्र आहे.

शिक्षणाच्या माध्यमातून विज्ञान व तंत्रज्ञानाला प्रोत्साहन

राष्ट्राच्या गरजा भागवण्यासाठी विविध विज्ञान-शिक्षण व संशोधन संस्था सध्या कार्यरत आहेत. यांपैकी काहींवर शासनाच्या विविध खात्यांचे नियंत्रण असून इतर काही स्वायत्त आहेत. वैज्ञानिक व तंत्रज्ञ बनण्यामध्ये ज्या विद्यार्थ्यांना स्वारस्य आहे त्यांच्यासाठी काही महत्त्वाच्या संस्थांचे तपशील खाली दिले आहेत. भारत सरकारच्या

<https://india.gov.on/->

ह्या संकेतस्थळावरील विविध खात्यांच्या लिंकवर अधिक तपशीलवार माहिती मिळू शकेल. इंटरनेटवरील पुढील पत्त्यावर एकत्रित यादी मिळू शकेल.

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_institutes_funded_by_the_Central_Government_Of_India

विद्यार्थ्यांसाठी ठळक शिक्षणसंस्था

- भारतीय विज्ञान शिक्षण व संशोधन संस्था (IISERs).
- भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (IITs).

ठळक संशोधन संस्था

- अणुऊर्जा खाते (DAE).
- भारतीय अवकाश संशोधन संघटना (ISRO).
- वैज्ञानिक व औद्योगिक संशोधन परिषद (CSIR).
- प्रगत संगणन व विकास केंद्र (C-DAC).
- भारतीय विज्ञान संस्था (IISc).
- टाटा मूलभूत संशोधन संस्था (TIFR).

संरक्षण अभिमुख संशोधन व विकास प्रतिष्ठान

- संरक्षण संशोधन व विकास संघटना (DRDO).

(<https://www.drdo.gov.in/>)

ज्या विद्यार्थ्यांना DRDO मध्ये वैज्ञानिक म्हणून कार्य करण्यामध्ये स्वारस्य असेल ते पुढील तपशिलासाठी <https://rac.gov.in/> वर लॉग ऑन करू शकतात.

Please see the following websites for further information :

1. Bhabha Atomic Research Centre : Strategy for Nuclear Energy
http://www.barc.gov.in/about/anus-hakti_sne.html
2. Cyber Security : Dr VK Saraswat, Member NITI Aayog
http://www.niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/Cyber-SecurityConclaveAtVigyanBhavanDelhi_1.pdf
3. Ministry of Home Affairs, Government of India. Cyber and Information Security (C&IS) Division (Division deals with matters relating to Cyber Security, Cyber Crime, National Information Security Policy & Guidelines (NISPG) and implementation of NISPG, NATGRID etc.)
https://mha.gov.in/division_of_mha/cyber-and-information-security-cis-division
4. Shri Atal Bihari Vajpayee laid a paper entitled "Evolution of India's Nuclear Policy". PAPERS LAID ON THE TABLE XII Lok Sabha Debates, Session II, (Budget) Wednesday, May 27, 1998 / Jyaishta 6, 1920 (Saka)
<https://parliamentofindia.nic.in/ls/lsdeb/ls12/ses2/0527059801.htm>

प्र.१. अ) दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्याय निवडून वाक्ये पूर्ण करा.

१) भारतानेमध्ये स्वतःला आण्विक शस्त्रधारी राष्ट्र असल्याचे जाहीर केले.

अ) १९७४ ब) १९७८

क) १९९८ ड) २०००

२) GPS हेचे उदाहरण आहे.

अ) दुहेरी वापर तंत्रज्ञान

ब) इंटरनेट क्रांती

क) आण्विक संशोधन

ड) इलेक्ट्रॉनिक्स क्रांती

ब) चुकीची जोडी दुरुस्त करून लिहा.

१) डॉ. होमी भाभा : आण्विक तंत्रज्ञान

२) डॉ. विक्रम साराभाई : अवकाश शास्त्र

३) डॉ. अब्दुल कलाम : माहिती तंत्रज्ञान

प्र.२. नकाशाचे निरीक्षण करून खालील ठिकाण दाखवा व थोडक्यात माहिती लिहा.

पोखरण

प्र.३. खालील विधाने चूक की बरोबर ते सकारण लिहा.

१) एकात्मिक क्षेपणास्त्र विकास कार्यक्रमाने भारतातील क्षेपणास्त्र तंत्रज्ञानाचा पाया घातला.

२) भारताचा आण्विक कार्यक्रम युरेनियमवर आधारित आहे.

प्र.४. सहसंबंध स्पष्ट करा.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

प्र.५. दिलेल्या चित्राचे निरीक्षण करून त्या विषयी थोडक्यात माहिती लिहा.



प्र.६. आपले मत नोंदवा.

भारताने अण्वस्त्रे विकसित करावीत का ?

प्र.७. उत्तरे लिहा.

i) संरक्षण संशोधन व विकास संघटनेचे (DRDO) कार्य काय आहे ?

ii) लष्करी क्षेत्रातील भविष्यकालीन गेम चेंजर तंत्रज्ञान कोणते आहे ?

उपक्रम :

सायबर क्राईमची उदाहरणे द्या. सायबर सुरक्षा म्हणजे काय ? त्याचे काय महत्त्व आहे ? वर्गात चर्चा करा.

