

## नीति आयोग और क्वांटम कंप्यूटिंग

### प्रलिस के लिये:

क्वांटम कंप्यूटिंग, राष्ट्रीय क्वांटम मशिन, पोस्ट-क्वांटम क्रिप्टोग्राफी (PQC), परमाणु घड़ियाँ, क्वांटम संचार

### मेन्स के लिये:

राष्ट्रीय क्वांटम मशिन, क्वांटम कंप्यूटिंग में भारत की अन्य पहलें

[स्रोत: इकॉनोमिक टाइम्स](#)

### चर्चा में क्यों?

नीति आयोग के फ्रंटियर टेक हब (NITI-FTH) द्वारा "क्वांटम कंप्यूटिंग: भारत की सुरक्षा और अर्थव्यवस्था के लिये क्वांटम कंप्यूटिंग के महत्त्व पर प्रकाश डाला गया है और क्वांटम उन्नतकी सहायता से राष्ट्रीय सुरक्षा जोखिमों का निवारण करने हेतु बहुआयामी दृष्टिकोण का आह्वान किया गया है।

### क्वांटम कंप्यूटिंग

- क्वांटम कंप्यूटिंग का तात्पर्य प्रौद्योगिकियों के ऐसे वर्ग से है जिनसे क्वांटम यांत्रिकी के सिद्धांतों का उपयोग कर संगणना की जाती है और ऐसी क्षमताएँ प्राप्त होती हैं जो परंपरागत प्रौद्योगिकी से संभव नहीं हैं।
- यह "क्यूबिट्स" (क्वांटम बिट्स) का उपयोग करके संगणना करता है, जो परमाणु स्तर पर पदार्थ के व्यवहार को निर्धारित करते हैं। ये प्रायकित्तात्मक व्यवहार प्रदर्शित करते हैं, जसिसे वे परंपरागत प्रौद्योगिकियों के दायरे से बाहर अन्य कार्यों को पूरा करने में सक्षम होते हैं, जबकि क्लासिकल प्रणालियाँ निर्धारणात्मक/निश्चयात्मक नयिमों का पालन करती हैं।

### क्वांटम कंप्यूटिंग पर नीति आयोग की रिपोर्ट संबंधी मुख्य तथ्य क्या हैं?

- वैश्विक क्वांटम निवेश: समग्र विश्व में 30 से अधिक सरकारों द्वारा 40 बिलियन अमरीकी डॉलर से अधिक का निवेश किया गया है। चीन 15 बिलियन अमरीकी डॉलर के निवेश के साथ अग्रणी है, उसके बाद अमेरिका और यूरोप का स्थान है।
- भारत का परिदृश्य: क्वांटम प्रौद्योगिकी में देशज क्षमताओं का विकास करने हेतु और इस उभरते क्षेत्र में भारत को अग्रणी देश के रूप में स्थापित करने के लिये 6,003 करोड़ रुपए के बजट आवंटन के साथ राष्ट्रीय क्वांटम मशिन (NQM) शुरू किया गया।
- निहितार्थ: इसके सैन्य और आसूचना क्षेत्रों में दोहरे उपयोग के अनुप्रयोग हैं, क्वांटम प्रौद्योगिकी एन्क्रिप्शन को परिवर्धित कर सकती है, अनुवीक्षण प्रणालियों में सुधार कर सकती है, और हथियारों का उन्नयन कर सकती है, जसिसे राष्ट्रों को रक्षा तथा राष्ट्रीय सुरक्षा में तकनीकी बढ़त मिल सकती है।
  - आर्थिक दृष्टि से, इससे नवाचार को बढ़ावा मिल सकता है, उच्च तकनीक वाले उद्योग का सृजन हो सकता है और साथ ही निवेश आकर्षित किया जा सकता है।

### क्वांटम कंप्यूटिंग पर नीति आयोग की रिपोर्ट में कनि चुनौतियों का उल्लेख किया गया है?

- वैश्विक प्रतिस्पर्धियों की तुलना में कम फंडिंग: भारत ने NQM के लिये ₹6,003 करोड़ (~USD 750 मिलियन) आवंटित किये हैं, जो अन्य वैश्विक अभिनेताओं की तुलना में काफी कम है। यह क्वांटम इंफ्रास्ट्रक्चर, अत्याधुनिक शोध और प्रतिभा अधिग्रहण में प्रतिस्पर्धा करने की भारत की क्षमता को सीमित करता है।
  - बड़े पैमाने पर व्यावसायीकरण में वृत्ति की कमी के कारण बाधा उत्पन्न हो रही है, जसिसे क्वांटम प्रभुत्व स्थापित करने के भारत के प्रयासों में देरी होती है।

- **कमज़ोर घरेलू आपूर्ति शृंखला:** क्वांटम कंप्यूटिंग के लिये आवश्यक अत्यधिक विशिष्ट घटक, जैसे कि मिज़बूत क्वांटम सर्किट बनाने हेतु उच्च शुद्धता वाली सामग्री और क्वांटम प्रोसेसर के शीतलन हेतु क्रायोजेनिक उपकरण, आवश्यक हैं। घरेलू वनिर्माण क्षमताओं की कमी के कारण भारत वदेशी आपूर्तिकर्तृताओं पर बहुत अधिक निर्भर है।
- **सीमिति स्टार्टअप और उद्योग भागीदारी:** भारत का क्वांटम पारस्थितिकी तंत्र काफी हद तक अकादमिक जगत द्वारा संचालित है, जबकि अमेरिका और यूरोप इसके विपरीत हैं, जहाँ गूगल, IBM और माइक्रोसॉफ्ट जैसी IT कंपनियाँ क्वांटम नवाचार को बढ़ावा देती हैं।
- नज़ी क्षेत्र के नविश और उद्यम पूंजी वत्तिपोषण का अभाव भारतीय क्वांटम नवाचारों की मापनीयता और व्यावसायीकरण को सीमिति करता है।
- **साइबर सुरक्षा जोखमि:** मौजूदा साइबर सुरक्षा ढाँचे पुराने हो जाएंगे, क्योंकि एक दिन क्वांटम कंप्यूटरों में वर्तमान एन्क्रिप्शन मानकों को प्रतस्थापति करने की क्षमता होगी।
  - पारंपरिक एन्क्रिप्शन वधियों का उपयोग करके संग्रहीत संवेदनशील सरकारी, सैन्य, वत्तितय तथा व्यक्तगत डेटा प्रभावति में होंगे।
- ऑनलाइन बैंकिंग, डिजिटल भुगतान और सुरक्षति संचार से समझौता हो सकता है, जसिसे आर्थिक अस्थरिता और साइबर फ़ॉड हो सकती है।
- **जाँच एवं अन्वेषण:** क्वांटम कंप्यूटिंग सिग्नल इंटेल्जिंस (SIGINT) में महत्त्वपूर्ण सुधार करेगी, जसिसे राष्ट्रों को अभूतपूर्व पैमाने पर इंटरसेप्ट कथि गए संचार को डकिरपिट करने की अनुमति मिलेगी।
- गोपनीय राजनयकि केबल, सैन्य रणनीतियों और वर्गीकृत खुफिया जानकारी उजागर हो सकती है, जसिसे राष्ट्रीय सुरक्षा को गंभीर खतरा उत्पन्न हो सकता है।
- क्वांटम डकिरपिशन क्षमताएं राष्ट्रों को साइबर युद्ध और सूचना संग्रहण में सामरिक बढ़त प्रदान करेंगी।
- सैन्य रणनीति और युद्ध प्रौद्योगिकियों के संदर्भ में, क्वांटम प्रौद्योगिकी से संचालित रक्षा प्रणालियों वाले शत्रुओं को लाभ हो सकता है।

## क्वांटम टेक्नोलॉजी क्या है?

और पढ़ें: [क्वांटम प्रौद्योगिकी](#)

और पढ़ें: [क्वांटम कंप्यूटिंग से संबंधित चुनौतियाँ और आगे की राह](#)

## राष्ट्रीय क्वांटम मशिन क्या है?

- **राष्ट्रीय क्वांटम मशिन (NQM):** केंद्रीय मंत्रमंडल ने 19 अप्रैल, 2023 को 2023-24 से 2030-31 की अवधि के लिये राष्ट्रीय क्वांटम मशिन (NQM) को मंजूरी दी।
- इसका उद्देश्य वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान एवं विकास को बढ़ावा देना, उसका पोषण करना और उसे आगे बढ़ाना तथा क्वांटम प्रौद्योगिकी में एक जीवंत एवं नवीन पारस्थितिकी तंत्र का निर्माण करना है।
- **मुख्य उद्देश्य:**
  - **क्वांटम कंप्यूटर का विकास:** आठ वर्षों के दौरान, फोटोनिक और सुपरकंडक्टिंग प्रौद्योगिकी जैसे प्लेटफार्मों का उपयोग करके 50-1000 भौतिक क्यूबिट के साथ मध्यवर्ती-स्तरीय क्वांटम कंप्यूटर विकसित करना।
  - **सुरक्षति संचार:** भारत में 2000 कमी से अधिक दूरी पर स्थिति ग्राउंड स्टेशनों के बीच उपग्रह आधारित सुरक्षति क्वांटम संचार को सुनिश्चित करना।
    - अन्य देशों के साथ लंबी दूरी का सुरक्षति क्वांटम संचार सुनिश्चित करना।
  - **क्वांटम सेंसिंग और मेट्रोलॉजी:** सटीक समय, संचार एवं नेविगेशन हेतु उच्च संवेदनशीलता वाले मैग्नेटोमीटर तथा [परमाणु घड़ियों का विकास](#) करना।
  - **विषयगत केंद्रों (T-हब) की स्थापना:** नमिनलखित क्षेत्रों से संबंधित शीर्ष शैक्षणिक तथा राष्ट्रीय अनुसंधान एवं विकास संस्थानों में 4 T-हब स्थापति करना:
    - [क्वांटम कंप्यूटिंग](#)
    - [क्वांटम संचार](#)
    - [क्वांटम सेंसिंग और मेट्रोलॉजी](#)
    - [क्वांटम सामग्री और उपकरण](#)

# राष्ट्रीय क्वांटम मिशन (National Quantum Mission)

उद्देश्य-क्वांटम प्रौद्योगिकियों में अनुसंधान एवं विकास में शामिल शीर्ष छह अग्रणी देशों में भारत को शामिल करना

वर्तमान में क्वांटम प्रौद्योगिकियों अनुसंधान एवं विकास कार्य अमेरिका, कनाडा, फ्रांस, फिनलैंड, चैन और ऑस्ट्रिया में जारी

अवधि: 2023-24 से 2030-31

नोडल मंत्रालय: विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय

मिशन की प्रमुख बातें:

देश भर में विभिन्न डोमेन में चार थीम आधारित हब (T-Hubs)

स्वास्थ्य देखभाल एवं निदान, रक्षा ऊर्जा और डेटा सुरक्षा तक व्यापक पैमाने पर अनुप्रयोग

स्वदेश निर्मित क्वांटम आधारित कंप्यूटर का सुदृढीकरण

परमाणु प्रणालियों और परमाणु घड़ियों में उच्च संवेदनशीलता वाले मेट्रोमीटर विकसित करने में सहायता करना

क्वांटम पदार्थों के डिजाइन तथा संश्लेषण का समर्थन

डिजिटल इंडिया, मेक इन इंडिया, स्किल इंडिया, स्टैंड-अप इंडिया, स्टार्ट-अप इंडिया, आत्मनिर्भर भारत और SDG जैसी राष्ट्रीय प्राथमिकताओं को भारी बढ़ावा

## क्वांटम प्रौद्योगिकी

क्वांटम एनटैंगलमेंट तथा क्वांटम सुपरपोजिशन सहित क्वांटम यांत्रिकी (उप-परमाणु कणों की भौतिकी) के सिद्धांतों की सहायता से काम करती है।

### क्वांटम सुपरपोजिशन

किसी क्वांटम प्रणाली की एक साथ कई अवस्थाओं में होने की क्षमता

जबकि डिजिटल कंप्यूटर डेटा को बिट्स (बाइनरी के बले और शून्य) के रूप में संग्रहित करते हैं कंप्यूटर उन क्वांटम का उपयोग करते हैं जो एक ही समय में एक शून्य या दोनों के रूप में मौजूद होते हैं।

यद्यपि डिजिटल कंप्यूटर डेटा को बिट्स (बाइनरी को एका और शून्य) के रूप में संग्रहित करते हैं, क्वांटम कंप्यूटर उन क्वांटम का उपयोग करते हैं जो एक ही समय में एक शून्य या दोनों के रूप में मौजूद होते हैं।

यह सुपरपोजिशन स्थिति संभावनाओं की एक व्यावहारिक रूप से अतन्त सीमा का निर्माण करती है, जिससे तेजी से एक साथ और समानांतर गणना की अनुमति मिलती है।

### क्वांटम एनटैंगलमेंट

इसका मतलब है कि एक जोड़ी (क्वांटम) के दो सदस्य एक ही क्वांटम अवस्था में मौजूद हैं।

यदि आप उनमें से एक के गुणों को बदलते हैं, तो दूसरा भी तुरंत बदल जाता है।

इसका उपयोग क्वांटम क्रिप्टोग्राफी में एक सुरक्षित एन्क्रिप्शन कुंजी बनाने के लिये किया जा सकता है।

यदि प्रच्छन्नश्रावी (eavesdropper) संचरण को रोकने का प्रयास करता है, तो कणों की उलझी हुई स्थिति अशांत जाएगी, जिससे इस तरह के प्रयास का पता लगाया जा सकेगा।



## क्वांटम कंप्यूटिंग पर नीति आयोग की क्या सफ़ारशें हैं?

- राष्ट्रीय सुरक्षा नीति को उन्नत बनाना:** वैश्विक क्वांटम प्रगतियों पर नज़र बनाए रखने तथा संभावित खतरों का आकलन करने के क्रम में एक टास्क फोर्स की स्थापना करनी चाहिये।
  - राष्ट्रीय सुरक्षा पर नकारात्मक प्रभाव को रोकने के क्रम में **उभरते क्वांटम खतरों की पहचान करने तथा उन्हें कम करने** के लिये एक पूर्व चेतावनी प्रणाली विकसित करनी चाहिये।
  - भविष्य के क्वांटम साइबर हमलों से सरकारी, वित्तीय तथा औद्योगिक डेटा को सुरक्षित करने के क्रम में **मोसूट-क्वांटम क्रिप्टोग्राफी (PQC) संक्रमण योजना** को लागू करना चाहिये।
- अनुसंधान एवं विकास को बढ़ावा देना:** क्वांटम स्टार्टअप्स में तेज़ी लाने तथा स्वदेशी हार्डवेयर विकास को समर्थन देने के क्रम में अनुसंधान एवं विकास नधि में वृद्धि करनी चाहिये।
  - तीव्र व्यावसायीकरण हेतु शिक्षा और उद्योग के बीच के अंतराल को कम करने के क्रम में नज़ी क्षेत्र की भागीदारी को प्रोत्साहित करना चाहिये।**
- घरेलू आपूर्ति शृंखला को मज़बूत करना:** करायोजनिक प्रणालियों, उच्च शुद्धता वाली सामग्रियों एवं विशेष लेज़रों जैसे महत्वपूर्ण क्वांटम हार्डवेयर घटकों के लिये एक मज़बूत घरेलू वनिर्माण पारिस्थितिकी तंत्र विकसित करना चाहिये।
  - क्वांटम चिप निर्माण और हार्डवेयर उत्पादन सुविधाओं में निवेश करके विदेशी आयात पर निर्भरता कम करनी चाहिये।**
- वैश्विक साझेदारी का वसितार:** अत्याधुनिक अनुसंधान, हार्डवेयर एवं विशेषज्ञता तक पहुँच प्राप्त करने के क्रम में **अमेरिका, यूरोपीय संघ एवं**

