

‘क्वांटम की’ वितरण प्रौद्योगिकी

प्रलिस के लयः

‘क्वांटम की’ वतऱण प्रौद्योगकऱ, क्वांटम टेकनोलॉजऱ और ऱसके अनुप्रयोग, क्यूबटऱस ।

मेन्स के लयः

‘क्वांटम की’ वतऱण प्रौद्योगकऱ और ऱसके लऱभ तथऱ ऱवश्यकतऱएँ, क्वांटम प्रौद्योगकऱ के अनुप्रयोग ।

चरुऱ में क्यूँ?

हऱल ही में [रकुषऱ अनुसंधऱन और वकऱस संगठन \(DRDO\)](#) एवं [भऱरतऱय प्रौद्योगकऱ संसुथऱन \(IIT\) दलऱली](#) के वैजुऱनकऱ के ऱक संयुकुत टीम ने देश में पहली बऱर उतुतर प्रदेश में प्रयऱगरऱज और वधऱयऱचल के बीच 100 कऱलऱमीटर से ऱधकऱ की दूरी पर ‘क्वांटम की’ वतऱण लकऱ (Quantum Key Distribution link) कऱ सफलतऱपूरवक प्रदरुशन कयऱ ।

- ऱस सफलतऱ के सऱथ देश ने सैन्य गरेड संचऱर सुरकुषऱ कुंजऱ पदऱनुकरम बूटसुटुरैपगऱ के लयऱ सुरकुषतऱ कुंजऱ हसुतऱंतरण की सुवदेशऱ तकनीक कऱ प्रदरुशन कयऱ है ।
- ऱससे पहले [चीन के उपग्रह मसऱयऱस](#) ने दुनयऱ के सबसे सुरकुषतऱ संचऱर लकऱ को सुथऱपतऱ करने के लयऱ प्रकऱश कणों को पृथुवी पर भेजऱ थऱ ।

‘क्वांटम की’ वतऱण प्रौद्योगकऱ:

- QKD, जसऱसे क्वांटम कुरपऱटऱगुरऱफऱ भी कहऱ जऱतऱ है, सुरकुषतऱ संचऱर वकऱसतऱ करने कऱ ऱक तंतर है ।
- यह गुप्त कुंजऱयऱों को वतऱरतऱ करने और सऱझऱ करने कऱ ऱक तरऱकऱ प्रदऱन करतऱ है जो कुरपऱटऱगुरऱफऱकऱ प्रऱोटऱकॉल के लयऱ ऱवश्यक हैं ।
 - कुरपऱटऱगुरऱफऱ सुरकुषतऱ संचऱर तकनीकों कऱ ऱधुयन है जो केवल प्रेषक और संदेश के ऱच्छतऱ प्रऱप्तकरुतुतऱ को ऱसकी सऱमगुरऱ देखने की अनुमतऱ देतऱ है ।
 - कुरपऱटऱगुरऱफऱकऱ ँलगुरदऱम और प्रऱोटऱकॉल ससऱटम को सुरकुषतऱ रखने के लयऱ ऱवश्यक हैं, खऱसकर जब ऱंटरनेट जैसे ऱवशऱवसनीय नेटवरक के मऱधुयम से संचऱर हऱतऱ है ।
- डेटऱ-ँनकुरपऱशन के लयऱ उपयोग कयऱ जऱने वऱले पऱरंपरकऱ कुरपऱटऱससऱटम गणतऱयऱ ँलगुरदऱम की जटलऱतऱ पर नरऱभर करते हैं, जबकऱ क्वांटम संचऱर दवऱरऱ दी जऱने वऱली सुरकुषऱ भौतकऱ के नयऱमों पर ऱधऱरतऱ हऱतऱ है ।

QKD की दो मुखुय शुरेणयऱऱँ:

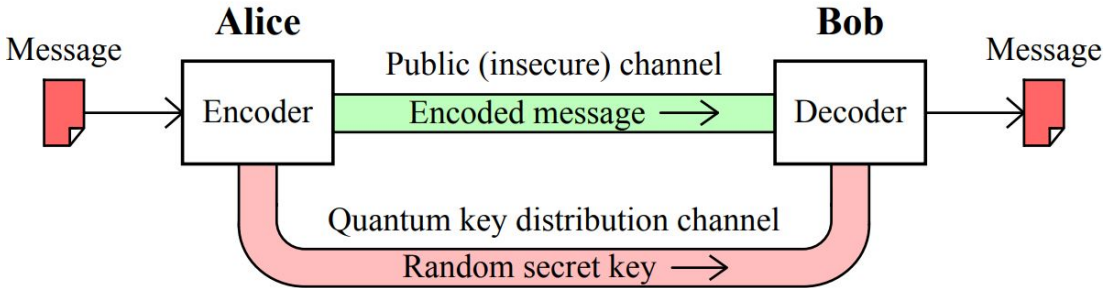
- तैयऱर और मऱप प्रऱोटऱकॉल:
 - यह ऱजुऱत क्वांटम की ऱवसुथऱओ को मऱपने पर केंदुरतऱ है । ऱस प्रकर के प्रऱोटऱकॉल कऱ उपयोग ऱवसुडुरऱपगऱ (Eavesdropping) के सऱथ-सऱथ संभऱवतऱ रूऱ से कतऱनऱ डेटऱ ऱंटरसेऱट कयऱ गयऱ, कऱ पतऱ लगऱने के लयऱ कयऱ जऱ सकतऱ है ।
- ऱंटेंगलमेंट’ ऱधऱरतऱ प्रऱोटऱकॉल:
 - यह क्वांटम रऱजुयों पर केंदुरतऱ है जसऱमें दो वसुतुएँ ँक सऱथ जुड़ी हऱतऱ हैं, ँक संयुकुत क्वांटम रऱजुय बनऱतऱ हैं ।
 - ऱंटेंगलमेंट’ कऱ ऱरुथ है कऱ ँक वसुतु कऱ मऱप दूरे को प्रभऱवतऱ करतऱ है । ऱस पदधतऱ में यदऱ कऱई छपऱकर बऱत करने वऱलऱ पहले से वशऱवसनीय नऱड तक पहुँचकर कुछ बदलऱव करतऱ है तऱ ऱसकऱ पतऱ अनुय शऱमलऱ पकुरुषों को चल जऱऱगऱ ।

‘क्वांटम की’ वतऱण कऱसे कऱरुय करतऱ है?

- QKD में ँनकुरपऱशन कुंजऱयऱों को ऱऑऱकऱल फऱइबर में ‘Qubits’ (यऱ क्वांटम बटऱस) के रूऱ में भेजऱ जऱतऱ है ।
 - क्यूबटऱस (Qubits) - बऱइनरी ससऱटम में बटऱस के बरऱबर ।
 - ऱऑऱकऱल फऱइबर अनुय मऱधुयमों की तुलनऱ में लंबऱ दूरी और तेजुी से ऱधकऱ डेटऱ संचऱरतऱ करने में सकुरषम हैं । यह पूरण ऱंतरकऱ परऱवसुतन

के सदिधांत पर कार्य करता है।

- QKD कार्यान्वयन के लिये वैध उपयोगकर्त्ताओं के बीच परस्पर क्रिया की आवश्यकता होती है। इन इंटरैक्शन को प्रमाणित करने की आवश्यकता होती है। यह कार्य विभिन्न क्रिप्टोग्राफिक माध्यमों से प्राप्त किया जा सकता है।
 - QKD उन **दो उपयोगकर्त्ताओं को अनुमति** देता है जो शुरू में एक लंबी गुप्त कुंजी गुप्त बटिस की एक सामान्य यादृच्छिक स्ट्रिंग उत्पन्न करने के लिये साझा नहीं करते हैं, जिसे **गुप्त कुंजी (Secret Key)** कहा जाता है।
- अंततः QKD एक प्रमाणित संचार चैनल का उपयोग कर सकता है और इसे एक सुरक्षित संचार चैनल में बदल सकता है।
- इसे इस तरह से डिज़ाइन किया गया है कि यदि कोई अज्ञात इकाई ट्रांसमिशन को पढ़ने की कोशिश करती है, तो यह **क्यूबटिस** में हलचल उत्पन्न कर देता है, जो **फोटॉन** पर एन्कोडेड होते हैं।
- इससे ट्रांसमिशन त्रुटियाँ उत्पन्न होंगी, जिससे वैध अंतमि-उपयोगकर्त्ताओं को तुरंत सूचित किया जाएगा।



QKD की आवश्यकता:

- QKD वर्तमान संचार नेटवर्क के माध्यम से विभिन्न महत्त्वपूर्ण क्षेत्रों द्वारा परिवहन किये जा रहे डेटा की सुरक्षा के लिये क्वांटम कंप्यूटिंग में तेज़ी से प्रगति एवं खतरे को दूर करने हेतु आवश्यक है।
 - क्वांटम प्रौद्योगिकियों को मोटे तौर पर चार बर्टिकल में विभाजित किया जा सकता है- क्वांटम कंप्यूटिंग, क्वांटम संचार, क्वांटम सेंसर और क्वांटम सामग्री।
- यह प्रौद्योगिकी क्वांटम सूचना के क्षेत्र में विभिन्न स्टार्ट-अप और छोटे व मध्यम उद्यमों को संकषम करने में उपयोगी होगी।
- यह सुरक्षा एजेंसियों को स्वदेशी प्रौद्योगिकी अवसंरचना के साथ एक उपयुक्त क्वांटम संचार नेटवर्क की योजना बनाने में संकषम बनाएगा।
- एन्क्रिप्शन सुरक्षित होता है और इसका मुख्य कारण फोटॉन के माध्यम से डेटा परिवर्तन का तरीका है।
 - एक फोटॉन को पूरी तरह से कॉपी नहीं किया जा सकता है और इसे मापने का कोई भी प्रयास इसमें हस्तक्षेप करता है। इसका मतलब है कि डेटा को इंटरसेप्ट की कोशिश करने वाले व्यक्ति को उसके द्वारा छोड़े गए नशान के आधार पर खोजा जा सकता है।

QKD से जुड़ी चुनौतियाँ:

- **QKD तंत्र का मौजूदा अवसंरचना में एकीकरण:**
 - QKD हेतु एक आदर्श बुनियादी ढाँचे को लागू करना वर्तमान में कठिन है।
 - QKD सैद्धांतिक रूप में पूरी तरह से सुरक्षित है, लेकिन व्यवहार में एकल फोटॉन डिटिक्टरों जैसे उपकरणों में खामियाँ कई सुरक्षा कमज़ोरियाँ पैदा करती हैं।
- **वह दूरी जिसमें फोटॉन यात्रा करते हैं:**
 - आधुनिक फाइबर ऑप्टिक केबल आमतौर पर एक सीमा तक सीमित होते हैं कि वे एक फोटॉन को कतिनी दूर तक ले जा सकते हैं। सामान्य तौर पर यह रेंज 100 किलोमी. से ऊपर देखी जाती है।
- **QKD का प्रयोग:**
 - QKD पहले से ही स्थापित संचार के पारंपरिक रूप से प्रमाणित चैनल पर निर्भर करता है।
 - इसका मतलब यह है कि भाग लेने वाले उपयोगकर्त्ताओं में से एक ने संभवतः पहले से ही एक सममति कुंजी का आदान-प्रदान किया है, जिससे पर्याप्त स्तर की सुरक्षा पैदा हो गई है।
 - एक अन्य उन्नत एन्क्रिप्शन मानक का उपयोग करके QKD के बिना एक सॉफ्टवेयर को पहले से ही पर्याप्त रूप से सुरक्षित बनाया जा सकता है।
 - जैसे-जैसे क्वांटम कंप्यूटर का उपयोग अधिक होता जा रहा है, यह संभावना बनी रहती है कि एक हमलावर क्वांटम कंप्यूटिंग की वर्तमान एन्क्रिप्शन विधियों में घुसपैठ करने की क्षमता का उपयोग कर सकता है, जिससे QKD अधिक प्रासंगिक हो जाता है।

आगे की राह

- क्वांटम प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोगों को विकसित करने में शामिल स्टार्ट-अप और बगि टेक नगियों की शक्ति का उपयोग किया जाना चाहिये।
- अगले 10-15 वर्षों के लिये एक व्यापक रणनीति विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया जाना चाहिये। जिसमें यह सुनिश्चित किया जाना चाहिये कि संसाधनों का गलत आवंटन न हो और जो प्रयास किये गए हैं, वे उन प्रमुख क्षेत्रों में केंद्रित हैं जो आर्थिक और रणनीतिक लाभ प्रदान करते हैं।

स्रोत: पी.आई.बी.

PDF Reference URL: <https://www.drishtias.com/hindi/printpdf/quantum-key-distribution-technology>

