भौतिकी नोबेल पुरस्कार 2025

समाचार / संदर्भ

- नोबेल पुरस्कार की घोषणाएँ इस वर्ष अक्टूबर की पहली हफ्ते में शुरू हुई थीं — कल फिजियोलॉजी/मेडिसिन का पुरस्कार घोषित हुआ, और आज भौतिकी (Physics) का पुरस्कार।
- इस वर्ष का **भौतिकी नोबेल जॉन क्लार्क**, **मिशेल एच. डेवोरेट**, और **जॉन मार्टिनिस** को दिया गया है — "विद्युत परिपथ में **macroscopic quantum mechanical tunnelling** और **energy quantisation** की खोज" के लिए।
- इन विज्ञानियों ने यह दिखाया कि सामान्यतः केवल सूक्ष्म स्तर पर देखे जाने वाले क्वांटम प्रभाव बड़े (macroscopic) निर्माणों — जैसे एक विद्युत परिपथ — में भी नियंत्रित प्रयोगों में प्रकट हो सकते हैं।
- उनके इस शोध ने **क्वांटम कंप्यूटिंग**, **क्वांटम सेंसर्स** और **क्वांटम सूचना प्रौद्योगिकियों** का रास्ता प्रशस्त किया है।

IAS-PCS Institute

रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

शोध का वैज्ञानिक पृष्ठभूमि

क्वांटम सिद्धांत

- क्वांटम यांत्रिकी कहती है कि सूक्ष्म कण (जैसे इलेक्ट्रॉन्स, फोटॉन) अपनी ऊर्जा *क्वांटा* (discrete units) में ग्रहण या उत्सर्जित करते हैं।
- एक कण *superposition* की अवस्था में हो सकता है — कई संभावित अवस्थाएँ एक साथ मौजूद हों।
- एक और अचंभित करने वाला गुण है *tunnelling* — कण एक अवरोध (barrier) को पार कर जाते हैं, जैसे कि दीवार पार करना, बशर्ते उसकी तरंग-सिद्धि की संभावना हो।
- परंपरागत रूप से, ये गुण केवल एकल कण अथवा बहुत सूक्ष्म प्रणालियों तक सीमित माने जाते थे।

सवाल: "कितना बड़ा सिस्टम क्वांटम बन सकता है?"

फिजिक्स में एक महत्वपूर्ण जिज्ञासा यह थी कि अगर आप बहुत सारे कणों को जोड़ दें — जहां आंशिक रूप से "मेकरोसोपिक" (large-scale) व्यवहार दिखे — क्या वे अभी भी क्वांटम गुण (tunnelling, quantization) दिखा सकते हैं? इस प्रश्न का उत्तर क्लार्क–डेवोरेट–मार्टिनिस के प्रयोगों ने देना शुरू किया।

प्रयोग: क्या किया गया और कैसे

प्रयोग का सेटअप

- उन्होंने एक **सुपर कंडक्टिंग परिपथ (superconducting circuit)** बनाया जिसमें दो सुपर कंडक्टर एक बहुत पतली *insulating* परत से अलग थे — इस संयोजन को *Josephson Junction* कहा जाता है।
- सुपरकंडक्टर ऐसे पदार्थ होते हैं जिनमें निरपेक्ष कम तापमान पर बिजली प्रवाह बिना किसी प्रतिरोध (resistance) के हो सकती है।
- क्लार्क ग्रुप (UC Berkeley) में 1984–85 के बीच ये प्रयोग हुए, जब डेवोरेट उनके पोस्टडॉक थे और मार्टिनिस पीएचडी शोधा थीं।

मुख्य निष्कर्ष

1. **ऊर्जा क्वांटीकरण (Energy Quantisation):**
   इस परिपथ में केवल कुछ निश्चित ऊर्जा अवस्थाएँ संभव थीं — यानी यह निरंतर नहीं, बल्कि *discrete levels* में ऊर्जा ग्रहण या उत्सर्जित करता था।
2. **मेकरोसोपिक क्वांटम टनलिंग (Macroscopic Quantum Tunnelling):**
   पूरे परिपथ ने एक अवस्था से दूसरी अवस्था में *टनलिंग* किया — मानो वह 'दीवार' के पार चला गया हो — और इस दौरान एक स्थिर अवस्था से अचानक **वोल्टेज** उत्पन्न हुई।
3. यह दिखाया गया कि यह टनलिंग प्रायिकता (probabilistic) नियमों का पालन करती है — जैसे रेडियोधर्मिता में संक्रमण की संभावना होती है।
4. सबसे महत्वपूर्ण: यह नहीं सिर्फ इलेक्ट्रॉनों का, बल्कि पूरा परिपथ (जिसमें अरबों इलेक्ट्रॉन हैं) एक *अभिन्न* क्वांटम इकाई की तरह काम करता है।

विजेताओं का विवरण & वैज्ञानिक योगदान

जॉन क्लार्क

- जन्म: 1942, कैम्ब्रिज, इंग्लैंड
- उन्होंने कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय से PhD प्राप्त की और बाद में UC Berkeley में अपनी शोध जीवन व्यतीत किया।
- क्लार्क सुपर कंडक्टिंग उपकरणों, विशेषकर **SQUIDs** (Superconducting Quantum Interference Devices) पर भी काम करते रहे, जिन्हें उच्च संवेदनशील चुंबकीय माप के लिए उपयोग किया जाता है।
- UC Berkeley की वेबसाइट पर यह उल्लेख है कि क्लार्क ने SQUIDs को NMR, अंधकार पदार्थ (dark matter) खोज जैसे अनुप्रयोगों में उपयोग किया है।

मिशेल एच. डेवोरेट

- जन्म: 1953, पेरिस, फ्रांस
- डेवोरेट ने इलेक्ट्रोमैग्नेटिक सर्किटों की क्वांटम व्याख्या पर गहरा योगदान दिया है।
- उन्होंने *quantum noise, measurement, amplification* जैसे विषयों पर भी शोध किया है, जो क्वांटम सिस्टम को नियंत्रित करने और मापने में मूलभूत चुनौतियाँ हैं।
- आगे उन्होंने क्वांटम इलेक्ट्रॉनिक सर्किट डिजाइन में कई उल्लेखनीय सुधार किए।

IAS PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

जॉनएम. मार्टिनिस

- जन्म: 1958, अमेरिका
- उन्होंने UC Berkeley से BS और PhD की डिग्री प्राप्त की।
- उनका पीएचडी शोध विषय था "Macroscopic quantum tunneling and energy-level quantization in the zero-voltage state of the current-biased Josephson junction" — जिसे उन्होंने क्लार्क की मार्गदर्शन में पूरा किया।
- बाद में मार्टिनिस Google में क्वांटम कंप्यूटिंग ग्रुप के प्रमुख बने और क्वांटम कंप्यूटर विकास में भूमिका निभाई।

महत्व, अनुप्रयोग और चुनौती

विज्ञान और प्रौद्योगिकी में महत्व

- यह शोध एक *ब्रिज* साबित हुआ — जहां क्वांटम सिद्धांत की दुनिया (microscopic) और हमारा रोज़मर्रा का 'मेसोस्कोपिक / मेकरोसोपिक' आयाम मिलता है।
- इसने यह भरोसा दिलाया कि हम **qubits** (क्वांटम बिट्स) को बड़े, सामूहिक निर्माणों में उपयोग कर सकतेहैं — और आज बहुत से प्रमुख क्वांटम कंप्यूटिंग प्लेटफॉर्म *सुपरकंडक्टिंग सर्किट्स* पर आधारित हैं।
- इस खोज ने संकेत दिया कि *क्वांटम सूचना प्रौद्योगिकी, संवेदनशील माप उपकरण (sensors), क्वांटम एन्क्रिप्शन* जैसे क्षेत्र अब संभव हैं।

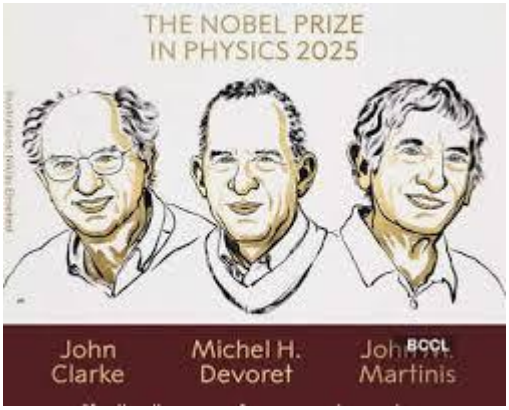
चुनौतियाँ और भविष्य

- **डेकोहेरेंस (Decoherence):** बड़े तंत्रों में बाहरी शोर, ताप, विद्युत हस्तक्षेप आसानी से क्वांटम अवस्थाएँ नष्ट कर देते हैं। नियंत्रण और ईच्छित *coherence time* बनाए रखना एक बड़ी चुनौती है।
- **तीव्र माप और नियंत्रण:** जब आप क्वांटम अवस्था मापते हैं, उस माप itself सिस्टम को प्रभावित कर सकती है (quantum measurement backaction)।
- **त्रुटि सुधार (Error Correction):** वास्तविक उपयोगी क्वांटम कंप्यूटर बनाने के लिए त्रुटि-उन्मुक्त संचालन आवश्यक है — इसके लिए *fault-tolerant quantum error correction codes* विकसित करना अनिवार्य है (उदाहरण: surface codes)
- **स्केलेबिलिटी (Scalability):** एक-दो qubit ठीक काम करना आसान है, लेकिन हजारों या लाखों qubit जोड़ना और उन्हें error-free रखना बेहद जटिल है।

भारत एवं वैश्विक संदर्भ

- भारत ने 2023 में **राष्ट्रीय क्वांटम प्रौद्योगिकी मिशन (National Quantum Mission)** की शुरुआत की है, लगभग Rs.6,000 करोड़ निवेश के साथ, ताकि भारत क्वांटम खोजों और अनुप्रयोगों में वैश्विक प्रतिस्पर्धा कर सके।
- इस मिशन का उद्देश्य है: **क्वांटम संचार, क्वांटम कंप्यूटिंग और क्वांटम सेंसर्स** में अध्ययन, विकास और व्यावसायिकउत्पादन को बढ़ावा देना।
- इस नोबेल पुरस्कार विजेताओं का कार्य भारत और विश्व को यह संदेश देता है कि *मौलिक शोध — चाहे वह आज व्यावस्था में न हो — भविष्य की तकनीक की नींव बन सकता है।*

- भारत में अनेक शोध समूह अब सुपरकंडक्टिंग क्वांटम सर्किट्स, ट्रांसमॉन qubits, एवं शोर कम करने वाली तकनीकों पर काम कर रहे हैं — ताकि भारत क्वांटम क्रांति की धारा में शामिल हो सके।



निष्कर्ष

- **2025 का भौतिकी नोबेल** यह प्रमाण है कि **"क्वांटम केवल सूक्ष्म नहीं, बल्कि (सशर्त) बड़ा भी बन सकता है।"**
- क्लार्क, डेवोरेट और मार्टिनिस की खोज ने यह दिखाया कि मानव-उपयोगी तंत्रों में क्वांटम व्यवहार संभव है — और आज's क्वांटम कंप्यूटर, सेंसर्स और सूचना प्रणालियाँ उसी आधार पर खड़ी हैं।
- इस शोध ने यह स्पष्ट किया कि मूलभूत वैज्ञानिक जिज्ञासा और धैर्य ही विज्ञान की प्रगति की जड़ है।
- जैसा कि आपने अपने चिकित्सा नोबेल लेख में कहा था: नोबेल पुरस्कार हमें यह याद दिलाते हैं कि विज्ञान, चाहे जैविक हो या भौतिक, अंततः मानव जीवन के अनुभव को समझाने और बेहतर बनाने की कोशिश है।
- आगे आने वाले नोबेल घोषणाओं — रसायन विज्ञान, साहित्य, शांति व अर्थशास्त्र — पर हमारी नज़र बनी रहे; मैं चाहूँगा कि हम उन्हें भी इसी श्रृंखला में — वैज्ञानिक-प्रेरणादायक दृष्टिकोण से — पेश करें।

JAS PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806