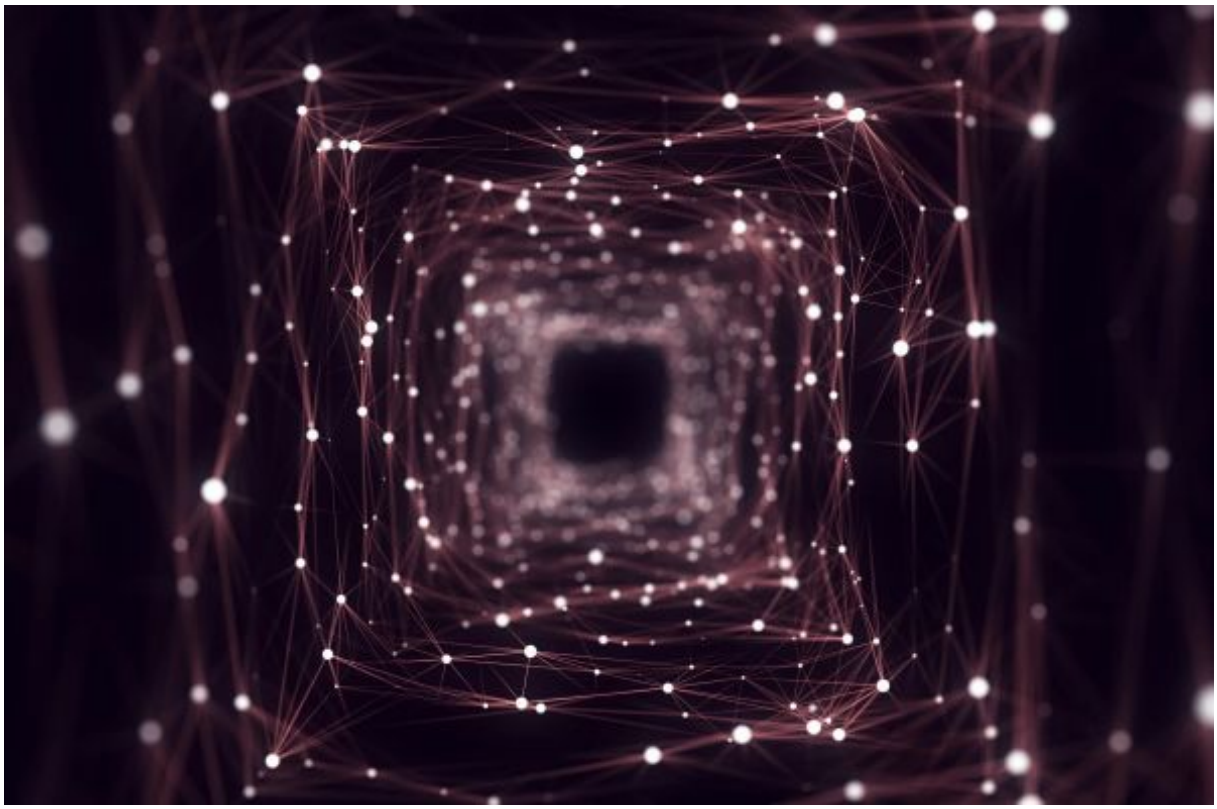


Localitzacio de molts cossos: estat actual i qüestions obertes

Investigadors presenten un extens informe sobre la localitzacio de molts cossos (MBL), un fenomen que impedeix que els sistemes quantics de molts cossos assoleixin l'equilibri, centrant-se en els principals resultats numerics i en les preguntes encara sense resposta.

January 22, 2025

Quan moltes particules quantiques evolucionen en el temps, tipicament acaben arribant a un estat d'equilibri mitjancant un proces anomenat termalitzacio. Un proces semblant ocorre en molts sistemes classics. Per exemple, si col·loques un glaco de gel en un termo amb aigua, e gel es fon i l'estat final (d'equilibri) es simplement aigua mes freda que abans

En fisica classica, els sistemes complexos eventualment arriben a l'equilibri (si s'espera u temps suficient, el gel sempre s'acaba fonent). Tanmateix, certs sistemes quantics de molt cossos desafien aquesta norma. Per a ells, la termalitzacio no es produeix i el sistema roma fora de l'equilibri. Aquest comportament es deu a la localitzacio de molts cossos (MBL, pe les sigles en angles), un mecanisme que conserva les condicions inicials del sistema al llar

del temps

No obstant, hi ha una pregunta central que segueix sense obtenir una resposta clara: per qu i sota quines condicions ocorre la MBL? Buscant consolidar el coneixement acumulat duran decades, els investigadors de l'ICFO, el**Dr. Piotr Sierant** i el **Prof. ICREA Maciej Lewenstein**, juntament amb col·laboradors del Centre Internacional de Fisica Teorica Abdus Salam, l'Institut Jozef Stefan, la Universitat de Ljubljana i Uniwersytet Jagiellonski, han presentat una perspectiva general sobre quina es la comprensio actual entorn el fenomen de la MBL. La revisio, publicada a Reports on Progress in Physics, se centra en resultats numerics recents i destaca quines qüestions critiques encara resten obertes en aquest camp

L'article tambe ofereix una descripcio historica concisa, descriu les caracteristiques clau d la MBL, analitza els experiments recents i els seus desafiaments pendents, i caracteritz qualitativament els reptes associats amb les interpretacions de les dades numeriques, qu fins avui segueixen sense ser concloents

Els investigadors destaquen que el principal obstacle en els experiments numerics rau en e rapid augment de la complexitat computacional a mesura que s'incrementa tant el nombr de particules com el temps de simulacio desitjat. Per emular amb precisio un sistema MB rellevant, ambdos parametres han de ser prou grans, cosa que normalment eleva la dificulta del problema a nivells que estan per sobre de les capacitats fins i tot dels superordinador mes avancats. Aquesta limitacio subratlla el potencial dels ordinadors quantics que, co suggereixen els autors, "podrien obrir un capitol completament nou en els estudis de l MBL"

Referencia:
Piotr Sierant et al 2025 Rep. Prog. Phys. 88 026502
DOI 10.1088/1361-6633/ad9756

Agraiments:
P.S., L.V., J.Z. acknowledge the workshop "Dynamical Foundation of Many-Body Quantum Chaos" at Institute Pascal (Orsay, France) at which foundations for several Sections of this review were laid. P.S. and L.V. acknowledge the program "Stability of Quantum Matter in and out of Equilibrium at Various Scales" (code: ICTS/SQMVS2024/01) at International Centre for Theoretical Sciences (Bengaluru, India) at which many useful discussions about ergodicity breaking phenomena took place. P.S acknowledges the school "Quantum localization and Glassy physics" at Institut d'etudes scientifiques de Cargese (Corsica, France) at which many useful conversations about MBL occurred.
The work of A.S. is funded under the National Recovery and Resilience Plan (NRRP), Mission 4 Component 2 Investment 1.3 funded by the European Union NextGenerationEU. National Quantum Science and Technology Institute (NQSTI), PE00000023, Concession Decree No.

1564 of 11.10.2022 adopted by the Italian Ministry of Research, CUP J97G22000390007. L.V. acknowledges support by the Slovenian Research and Innovation Agency (ARIS), Research core funding numbers P1-0044, N1-0273, J1-50005, and N1-0369. The research of J.Z. was funded by National Science Centre (Poland) under grant No. OPUS18 2019/35/B/ST2/00034 and the OPUS call within the WEAVE programme 2021/43/I/ST3/01142. Support by Poland's high-performance Infrastructure PLGrid (HPC Centers: ACK Cyfronet AGH) via providing computer facilities within computational Grant No. PLG/2023/016370 is acknowledged. The research has been also supported by a grant from the Priority Research Area (DigiWorld) under the Strategic Programme Excellence Initiative at Jagiellonian University (J.Z.). P.S. and M.L. acknowledge support from ERC AdG NOQIA; MCIN/AEI (PGC2018-0910.13039/501100011033, CEX2019-000910-S/10.13039/50110 0011033, Plan National FIDEUA PID2019-106901GB-I00, Plan National STAMEENA PID2022-139099NB-I00 project funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by the i¿½European Uni n NextGenerationEU/PRTRi¿½ (PRTR-C17.I1), FPI); QUANTERA MAQS PCI2019-111828 2); QUANTERA DYNAMITE PCI2022-132919 (QuantERA II Programme co-funded by Euro ean Union's Horizon 2020 program under Grant Agreement No 101017733), Ministry of Econ mic Affairs and Digital Transformation of the Spanish Government through the QUANTUM NIA project call - Quantum Spain project, and by the European Union through the Recov ry, Transformation, and Resilience Plan - NextGenerationEU within the framework of the Dig tal Spain 2026 Agenda; Fundacio Cellex; Fundacio Mir-Puig; Generalitat de Catalunya (Euro ean Social Fund FEDER and CERCA program, AGAUR Grant No. 2021 SGR 01452, Quantu CAT U16-011424, co-funded by ERDF Operational Program of Catalonia 2014-2020); Barc lona Supercomputing Center MareNostrum (FI-2024-1-0043); EU Quantum Fla ship (PASQuanS2.1, 101113690); EU Horizon 2020 FET-OPEN OPTOlogic (Grant No 899794 ; EU Horizon Europe Program (Grant Agreement 101080086- NeQST), ICFO Int rnal i¿½QuantumGaudii¿½ project; European Union's Horizon 2020 program under he Marie Sk?odowska-Curie grant agreement No 847648; i¿½La Caixai¿½ Junior Leaders fellowships, i¿½La Caixai¿½ Foundation (ID 100010434): CF/BQ/PR23/11980043.