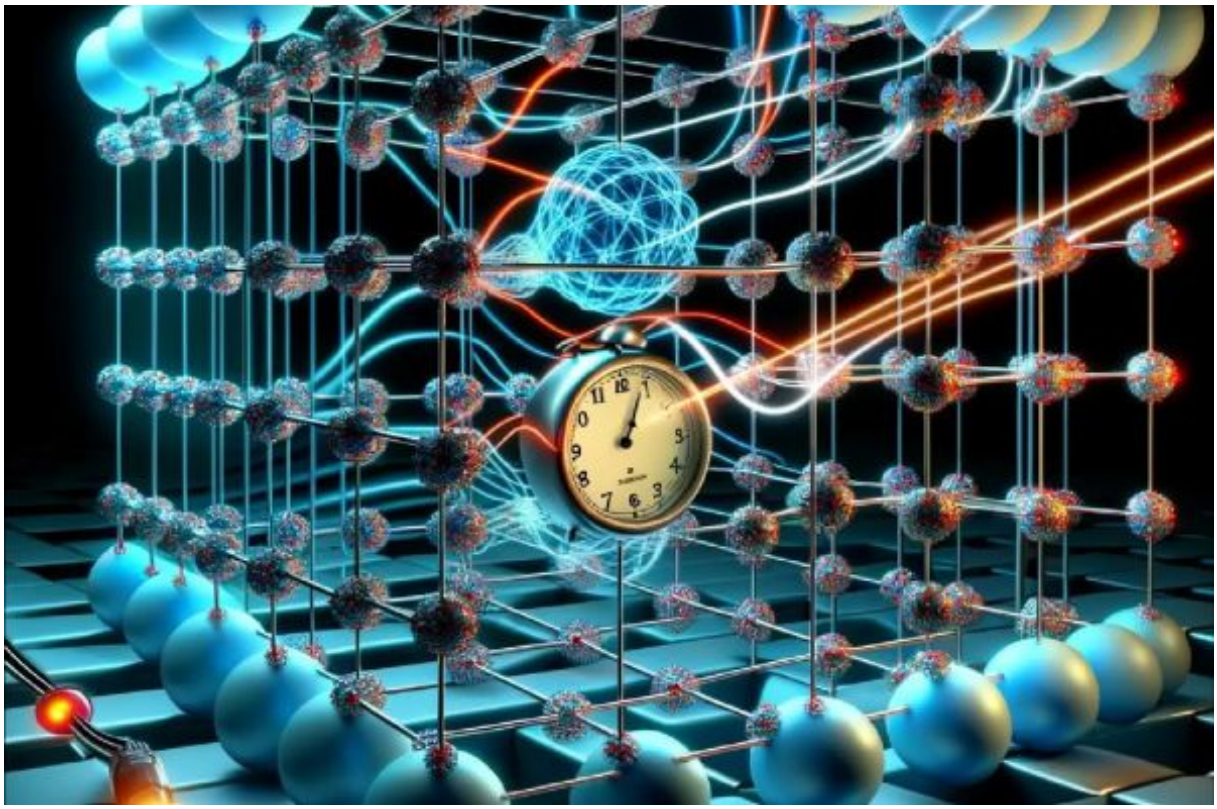

Dimensions sintetiques: avencos recents i perspectives futures

En una revisio publicada a Communications Physics, investigadors de l'ICFO, la UPC, la UAB, el DIPC, l'HRI i la Universitat Adam Mickiewicz presenten els darrers avencos en la utilitzacio de dimensions sintetiques de la materia quantica per explorar fenomens quantics exotics.

May 16, 2024

Vivim en un espai amb tres dimensions: llarg, alt i ample. Imaginar objectes 3D es, doncs, molt natural per a nosaltres. No obstant, hi ha alguns fenomens fisics que ocorren en espais de dimensions superiors, la qual cosa provoca que la seva observacio directa sigui practicament impossible. L'unica manera d'esquivar aquest obstacle es dissenyar materia artificial que es comporti d'acord amb les lleis de la fisica en el regim d'altes dimensions. Aleshores es pot accedir a aquestes dimensions addicionals, conegudes com a dimensions sintetiques.

Hi ha multiples plataformes per generar l'esmentada materia artificial, les quals utilitzen atoms, molecules o la llum com a ingredient principal. Son particularment utils per a la

simulacio quantica (el camp que, mitjancant l'us de recursos quantics, resol problemes especifics que son impossibles o extremadament exigents per als ordinadors classics), ja que les dimensions sintetiques permeten accedir a aspectes de la materia quantica interactuant que, d'altra manera, s'haurien mantingut en la foscor.

Una nova ressenya, publicada a Communications Physics, informa sobre els **darrers avencos en estudis de dimensions sintetiques** desenvolupats en una col·laboracio internacional entr la**Prof. ICREA de l'ICFO Leticia Tarruell** i el **Prof. ICREA de l'ICFO Maciej Lewenstein**, amb els investigadors de l'ICFO **Dr. Javier Argüello**, **Dr. Utso Bhattacharaya**, **Dr. Tobias Grass**, **Dr. Marcin P?odzien**, **Dr. Tymoteusz Salamon**, **Dr. Paolo Stornati** aixi com amb la contribucio de la Universitat Politecnica de Catalunya (UPC), la Universitat Autonoma de Barcelona (UAB), l'Adam Mickiewicz University (UAM), el Donostia International Physics Center (DIPC) i el Harish-Chandra Research Institute (HRI).

Es important assenyalar que les dimensions sintetiques tenen aplicacions molt mes practiques que passar de 3 dimensions a (gairebe) 4 o fins i tot 5 dimensions. En moltes situacions teoriques o experimentals, treballar amb sistemes unidimensionals o bidimensionals es relativament mes facil. L'enfocament de les dimensions sintetiques consisteix en transformar-los en sistemes (quasi) bidimensionals o (quasi) tridimensionals, respectivament. D'aquesta manera, es pot estudiar, per exemple, la fisica de l'efecte Hall quantic bidimensional en una dimensio o la fisica de bicapes rotades en dues dimensions.

L'article proporciona una descripcio general completa dels enfocaments d'avantguarda que utilitzen la tecnica de dimensions sintetiques per estudiar fenomens exotics i de dimensions superiors amb l'ajuda de passejos aleatoris quantics o cristalls de temps, entre d'altres. Els autors descriuen les principals aplicacions de les dimensions sintetiques, basades sobretot en plataformes atomiques, en camps tan diversos com la gravetat quantica, la fisica de l'estat solid o la fisica de particules, **centrant-se especialment en allo que la simulacio quantica pot aportar a totes aquestes arees quan treu profit de les dimensions sintetiques**.

Tambe detallen diversos experiments que no es van poder dur a terme utilitzant les convencionals realitzacions espacials 3D o per als quals la complexitat experimental era molt mes gran, esperant que properament sorgeixin nous esforcos experimentals que segueixin aclarint qüestions d'una amplia varietat de fenomens fisics encara sense resoldre

Referencia bibliografica:

Argüello-Luengo, J., Bhattacharya, U., Celi, A. et al. Synthetic dimensions for topological an quantum phases. Commun Phys 7, 143 (2024).https://doi.org/10.1038/s42005-024-01636-3