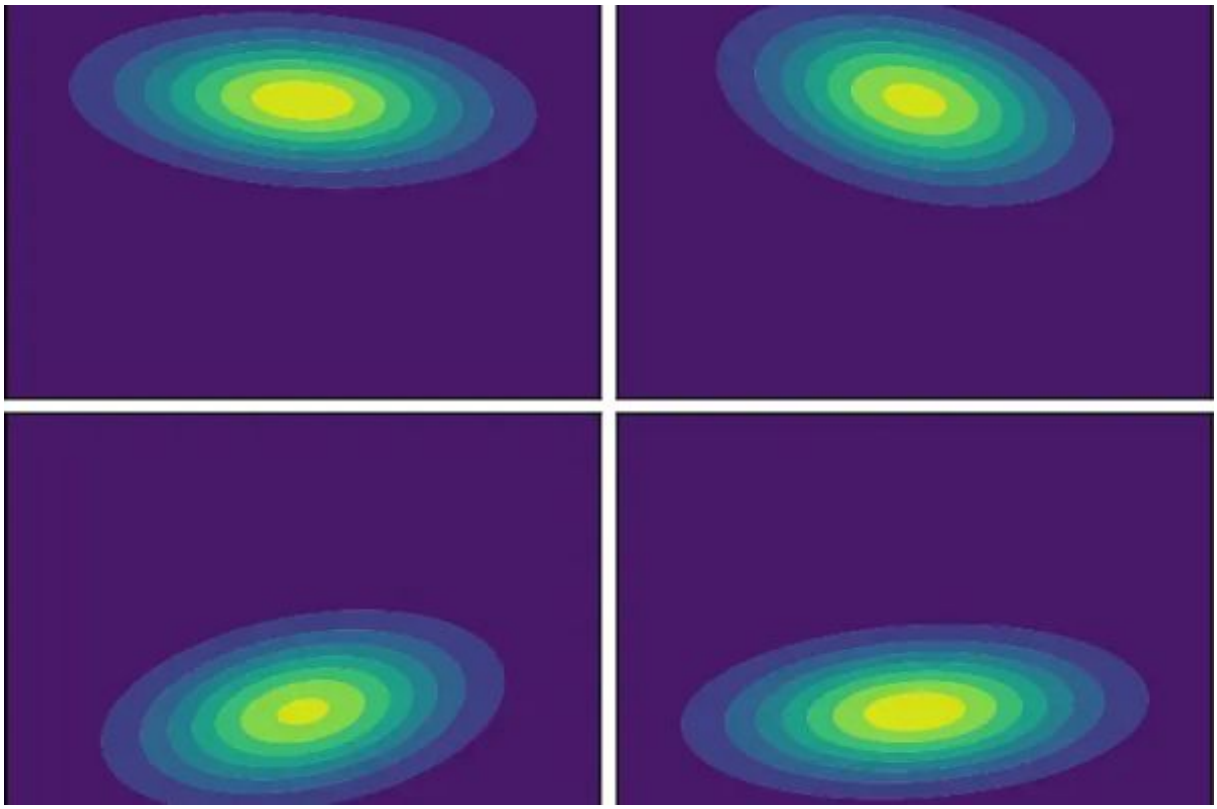


Investigadors revelen teoricament la generacio d'alts harmonics com a nova font de llum quantica comprimida

Un equip d'investigadors demostra teoricament que la llum emesa a partir d'un proces de generacio d'alts harmonics (HHG, per les sigles angleses) no es classica, sino quantica i comprimida. L'estudi revela el potencial de la HHG com a nova font de llum brillant entrellacada i comprimida, dues caracteristiques inherentment quantiques amb diverses aplicacions d'avantguarda dins de les tecnologies quantiques.

April 09, 2024

La generacio d'alts harmonics es un fenomen altament no lineal on un sistema (per exemple, un atom) absorbeix molts fotons d'un laser entrant i emet un sol foto d'energia molt major. Aquest proces es crucial per a l'attociencia (la ciencia dels processos ultrarapids), ja que genera polsos de llum ultraviolada d'attosegons, un ingredient essencial per a moltes

aplicacions dins del camp. En aquest regim, els experiments de HHG es poden explicar amb gran exit mitjancant la teoria semiclassica: la materia (els electrons dels atoms) s'explica a traves de la mecanica quantica, mentre que la llum entrant es tracta de manera classica. Segons aquest enfocament, com era esperable, la llum emesa resulta ser classica, cosa que coincideix amb totes les observacions anteriors.
Tot i aixo, els fisics tendeixen a sentir-se incomodes quan utilitzen dues teories diferents (la quantica i la classica) per a descriure el mateix fenomen. Durant els darrers anys, els esforcos per comprendre la HHG des d'una perspectiva optica quantica completa han anat creixent, pero una descripcio mes general que mostres diferents aspectes de la naturalesa quantica de la radiacio sortint semblava una fita dificil d'assolir.
Ara, els investigadors de l'ICFO **Philipp Stammer**, **Javier Rivera**, **Dr. Javier Argüello** dirigits pel **Prof. ICREA Maciej Lewenstein**, juntament amb investigadors d'altres institucions (la Universitat d'Aarhus, la Universitat de Creta, ELI-ALPS, Guadong Technion-Institut Tecnologic d'Israel) han descrit teoricament la generacio d'alts harmonics utilitzant unicament la fisica quantica i, per primera vegada, han trobat caracteristiques tant de compressio com d'entrellacament simultaniament en la llum emesa. L'estudi, publicat a Physical Review Letter , explica per que les descripcions classiques anteriors no contradeien les observacions i, alhora, revela un nou metode per generar recursos optics quantics amb **compressio** i **entrellacament massiu** en un nou regim de freqüencies brillant, dues caracteristique d'interes tecnologic actual

Un nou metode per a generar entrellacament i compressio en la llum
L'**entrellacament** resideix al nucli de la fisica quantica, es tracta d'una de les seves caracteristiques definitories. A grans trets, quan dues particules s'entrellacen, mesurar-ne una influeix els resultats que s'obtindran despres de mesurar l'altra. Contraintuitivament, aixo continua sent valid quan aquestes particules se separen arbitrariament, cosa que provoca les anomenades "correlacions no locals". Avui dia, l'entrellacament no es considera un fenomen merament curios. En canvi, hi ha un gran consens sobre el seu paper clau dins de les tecnologies quantiques. Es per aixo que la comunitat quantica esta buscant maneres de generar entrellacament, no nomes entre dues particules, sino tambe entre una quantitat major d'elles (entrellacament multipartit).
Una altra caracteristica quantica definitoria es el soroll inevitable quan es mesuren alguns parells especifics de propietats d'un sistema fisic (per exemple, la posicio i el moment). Per als estats quasi classics, tambe anomenats i¿½estats coherentsi¿½, la quantitat d'incertes es igual per a les dues propietats i el seu producte es minim. Ara be, amb els estats compri its es pot disminuir el soroll d'una propietat (per exemple, de la posicio) a costa d'augmenta -ne l'altre (del moment), mantenint el seu producte en el valor mes baix possible. Aqu sta caracteristica, una manifestacio directa de la naturalesa quantica dels estats comprimits, els fa desitjables per a diverses aplicacions en tecnologia quant

ca. Els models optics quantics teorics tradicionals d'HHG descrivien els modes del feix de lum resultant (es a dir, les diferents freqüencies en les que oscil·la el camp electromagneti) com a estats coherents sense entrellacament, independents entre si. En aquest context, l'a ticle publicat recentment ha aportat dues idees val
oses. En primer lloc, assenyala que estudis anteriors van ignorar els diferents estats que l'e ectro pot ocupar durant el proces de la HHG i que, per aixo, l'estat final de la llum no mostra a cap caracteristica quantica. Tot i que aquesta suposicio era raonable en la majori dels experiments, no proporcionava l'explicacio mes general del fe
omen. En segon lloc, els investigadors van millorar tot el calcul tenint en compte explicitame t els diferents estats que l'electro pot ocupar. L'estat final de la llum resultant mostrava trets quantics pel que fa als modes comprimits, en lloc de ser coherents; i a que aquests ja n eren independents, sino que mostraven un entrellacament multipartit. Els investigadors de 'ICFO indiquen que aquesta situacio, encara que no es estandard per a experiments d'attos gons, podria ser relativament facil de dissenyar al labor
tori. En definitiva, l'equip ha demostrat que, en condicions experimentals especifique pero factibles, es pot fer servir l'HHG com a font de llum comprimida amb entrella ament multipartit. El primer autor de l'article, Philipp Stammer, explica que i¿½el estats massivament entrellacats son importants per a les tecnologies quantiques optiques i obren un nou camp de recerca, la generacio de camps de llum extrems amb pr pietats quantiquesi¿½. Les aplicacions podrien implicar arees com l'espectroscopia quantica l'optica no lineal o la metrologia quantica, on l'entrellacament i la compressio poden propo cionar un avantatge sobre els lasers classics. Ara cal una realitzacio experimental del seu de cobriment per poder explotar aquesta nova font de llum quantica en tot el seu potencial.