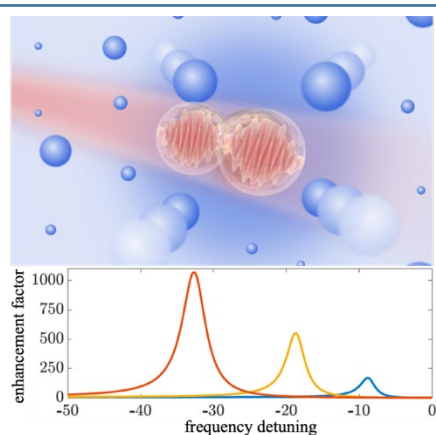


Adskillige samarbejdsprojekter mellem tre forskergrupper i CCQ og en række forskere ved Center for Hybrid Quantum Networks beskriver, hvordan atomer kan anvendes til at generere og manipulere kvantetilstande af lys. Forskningen peger på nye måder at behandle optisk kvanteinformation.

Fotoner, lysets elementære kvanter, kan krydse hinanden uhindret. Denne grundlæggende egenskab ved lys er fundamental for funktionerne i moderne kommunikationsnetværk, da den muliggør transmission af optisk information over lange afstande med lav forvrængning. Der er dog mange andre anvendelser, der ville blive mulige, hvis fotoner kunne vekselvirke stærkt med hinanden. Nuværende måder til at generere sådanne effektive foton-foton-vekselvirkninger er baseret på en stærk kobling af

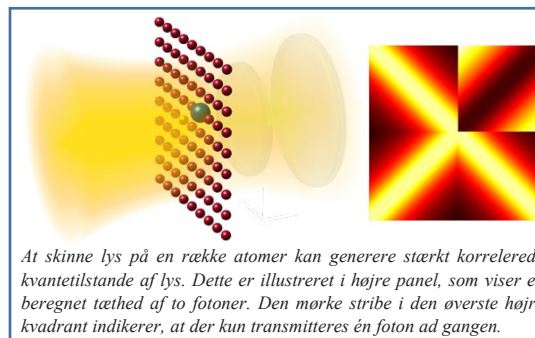


Fotoner kan gennemgå kollisioner under deres udbredelse gennem et optisk medium. Overraskende nok kan styrken af sådanne kollisionsinteraktioner forbedres betydeligt ved at ændre lysfeltets frekvens.

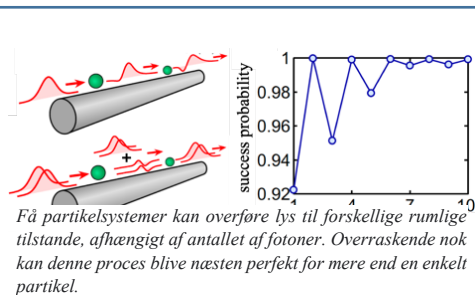
lys til en enkelt kvantekilde, eller de anvender store ensembler af partikler med stærke gensidige vekselvirkninger. Resultater fra CCQ identificerer nu nye metoder til at opnå stærkt vekselvirkende fotoner.

De optiske ikke-lineariteter af mange materialer, såsom halvledere, opstår pga. vekselvirkninger mellem deres partikler. Da disse vekselvirkninger ofte er svage, er det a priori vanskeligt at realisere regimet, hvor individuelle fotoner vekselvirker stærkt med hinanden. Et nyligt samarbejde involverende to teorigrupper i CCQ har nu ændret dette paradigme og vist, at stærke vekselvirkninger mellem fotoner rent faktisk kan realiseres, selvom de underliggende partikler i det optiske medium vekselvirker svagt. Denne overraskende effekt viser sig at være temmelig robust, og forskerne i CCQ vil i de kommende år undersøge hvorvidt den kan realiseres i en række forskellige materialer.

Stærk kobling mellem lys og et optisk medium opnås ofte ved at bruge koble atomerne til så mange atomer som muligt. For nyligt har man opdaget en alternativ måde, hvor atomer i to-dimensionelle ordnede gitter viser sig at realisere fremragende lys-stof-grænseflader. Selvom de kun har en tykkelse på et enkelt atom, har sådanne mesoskopiske gitter bemærkelsesværdige optiske egenskaber og kan for eksempel fungere som et perfekt spejl. Beregninger udført i fællesskab af to teorigrupper i CCQ viser, at højt eksiterede tilstande i sådanne gitter realiserer et meget effektivt kvantefilter, der transmitterer en enkelt foton perfekt, hvorimod lys med mere end én foton reflekteres. Denne mekanisme gør nye typer af kvanteoptiske elementer i mesoskala tilgængelige for eksperimenter med kolde atomer. Denne spændende anvendelse med vidtrækkende perspektiver vil blive udforsket yderligere i CCQ.



At skinne lys på en række atomer kan generere stærkt korrelerede kvantetilstande af lys. Dette er illustreret i højre panel, som viser en beregnet tæthed af to fotoner. Den mørke stribe i den øverste højre kvadrant indikerer, at der kun transmitteres én foton ad gangen.



Få partikelsystemer kan overføre lys til forskellige rumlige tilstande, afhængigt af antallet af fotoner. Overraskende nok kan denne proces blive næsten perfekt for mere end en enkelt partikel.

En vigtig anvendelse er en såkaldt fotonerter, som kan dissekere en kompleks kvantetilstand af lys efter hvor mange fotoner, den indeholder. Mens sortering af elementer efter deres størrelse er en simpel opgave i vores klassiske verden, kan det være ekstremt vanskeligt i den kvantemekaniske. Ved at sende lys på en enkelt partikel, kan man i princippet sortere fotoner, men kun med en begrænset sandsynlighed for succes. Et forskningssamarbejde mellem forskere fra CCQ og Hy-Q

Centret på Niels Bohr Institutet har fundet en bemærkelsesværdig enkel løsning på dette problem og vist, at korrekt kobling af to sammenhængende partikler kan øge sandsynligheden for succes til en bemærkelsesværdig høj værdi på 99,97%. Sådanne næsten deterministiske operationer bruges til at behandle optisk kvanteinformation og kvanteberegning med lys.