

Memòries i interruptors quàntics per a solitons discrets de matèria

06/2007 - Física. Els solitons de matèria exhibeixen propietats que els fan bons candidats per al transport d'informació sense pèrdues. En el present treball s'estudien noves possibilitats per a controlar el moviment d'un tipus de solitons de matèria, els anomenats solitons discrets o de gap. En concret, es proposa la implementació d'interruptors i memòries quàntiques per a aquests solitons.

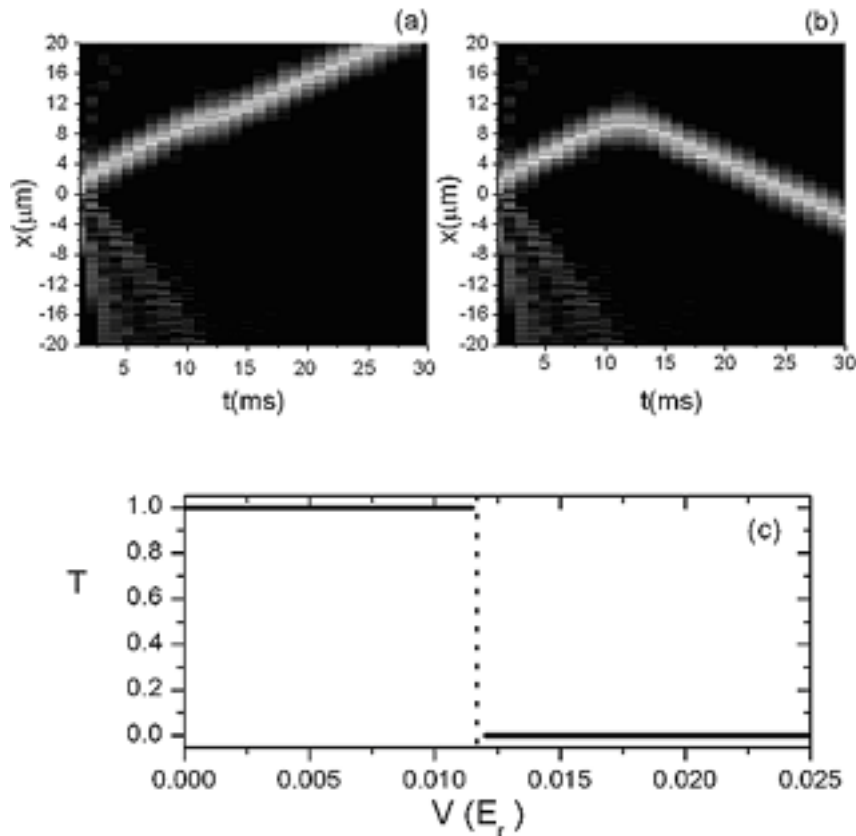


Fig.1- Mapa de contorn de l'evolució en espai i temps d'un solitó de gap interaccionant amb una barrera de potencial efectiva en condicions per a les que es produeix (a) efecte túnel o (b) reflexió. (c) Coeficient de transmissió, T, en funció de l'alçada de la barrera de potencial efectiva.

Els solitons (polsos d'ones que es propaguen sense dispersió en sistemes no lineals) presenten característiques idònies per al transport d'informació i s'han explorat àmpliament, per exemple, dins del camp de l'òptica. Recentment, amb la realització experimental de la condensació de Bose-Einstein (els gasos atòmics de natura bosònica a temperatures suficientment baixes experimenten una transició de fase cap a un nou estat de la matèria en el que els àtoms perden la seva natura individual, ocupen el mateix estat quàntic i passen a ser una unitat coherent que pot exhibir natura ondulatòria), l'obtenció i estudi de solitons de matèria ha esdevingut una nova possibilitat per a la transmissió d'informació sense pèrdues. És important fer notar que els solitons de matèria presenten avantatges respecte els òptics, essent una de les més rellevants la capacitat de ser creats en repòs i les possibilitats que poden oferir per al control del seu moviment. De fet, el control del moviment i les interaccions dels solitons de matèria són el requeriment bàsic per a la seva utilització en transport d'informació sense pèrdues.

En aquest treball s'han estudiat un tipus concret de solitons, anomenats solitons discrets o de gap, que es poden generar sota unes determinades condicions en condensats de Bose-Einstein amb no-linearitat repulsiva i situats en potencials periòdics. L'objectiu d'aquest treball és estudiar la interacció d'aquests solitons amb defectes de l'estructura periòdica que actuen de manera efectiva com una barrera o com un pou de potencial. En concret, hem mostrat que aquests solitons a l'interaccionar amb un pou o una barrera de potencial es mantenen com una unitat sense fraccionar-se recordant el comportament clàssic d'una partícula. No obstant, a l'interaccionar amb una barrera de potencial experimenten efectes purament quàntics com l'efecte túnel (són capaços de passar una barrera d'energia superior a la seva energia cinètica) o la reflexió quàntica (experimenten reflexió amb un rang d'energies cinètiques que els hi permetria clàssicament passar per sobre de la barrera). La propietat de no fraccionar-se a l'interaccionar amb una barrera de potencial els obliga a dos possibles comportaments: (i) 100% transmissió (Fig. 1(a)) o (ii) 100% reflexió (Fig. 1(b)) depenent de l'alçada de la barrera. Això ens permet interpretar el comportament d'aquest sistema com el d'un interruptor quàntic (Fig. 1(c)).

Quan el solitó interacciona amb un pou de potencial el que observem és que depenent de la seva energia cinètica, el solitó es pot quedar atrapat en el pou experimentant oscil·lacions (Fig. 2). A més, el solitó pot ser alliberat en el moment que es vulgui

simplement eliminant el defecte del potencial periòdic. Els dos processos, el d'atrapament i el d'alliberament, es produeixen sense pèrdues fent el sistema molt útil per a la implementació d'una memòria.

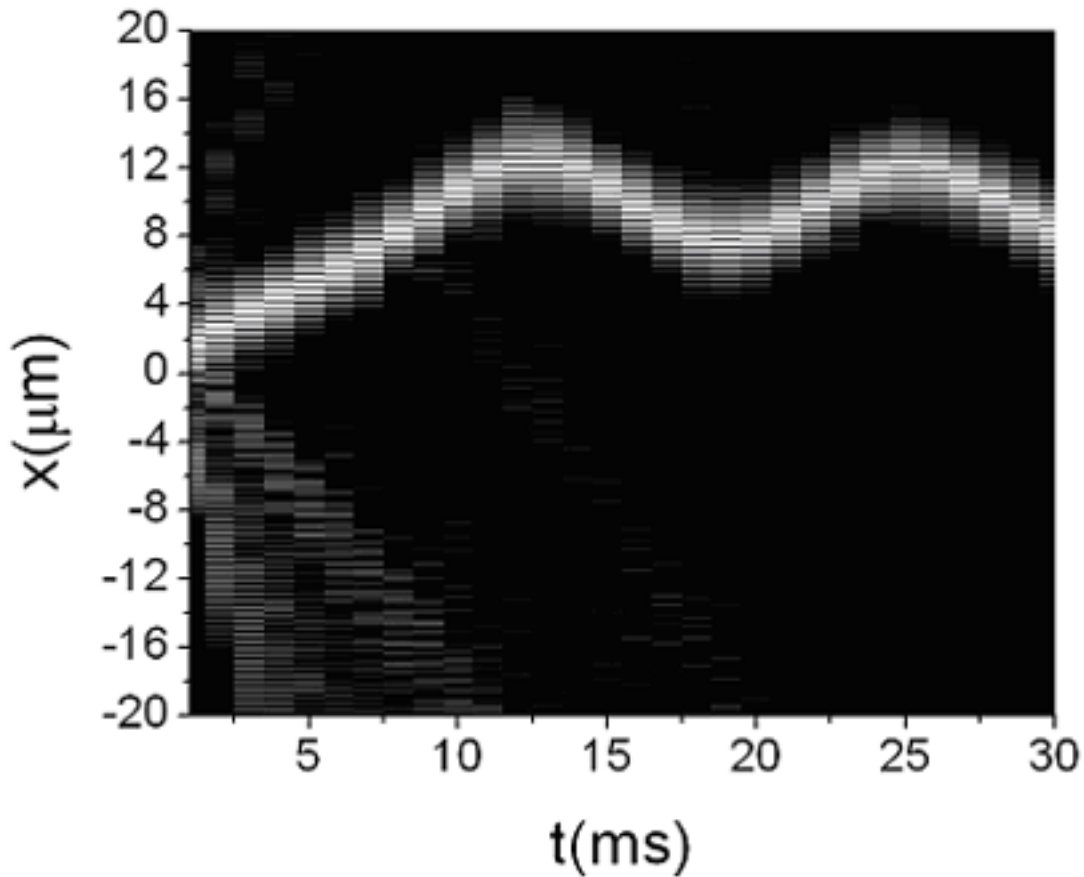


Fig.2- Mapa de contorn de l'evolució en espai i temps d'un solitó de gap interaccionant amb un pou de potencial efectiu en condicions per a les que es produeix atrapament.

Verònica Ahufinger

Departament de Física

ICREA i Universitat Autònoma de Barcelona

"Quantum switches and quantum memories for matter-wave lattice solitons - art. no. 4". Ahufinger, V; Mebrahtu, A; Corbalan, R; Sanpera, A. NEW JOURNAL OF PHYSICS, 9: 4-4 JAN 17 2007.