

Graphène artificiel à fort couplage spin-orbite formé par auto-assemblage de nanocristaux de semiconducteurs

E. Kalesaki¹, M.P. Boneschanscher², J.J. Geuchies², C. Delerue^{1,2}, C. Morais Smith³, W.H. Evers⁴, G. Allan¹, T. Altantzis⁵, S. Bals⁵, and D. Vanmaekelbergh²

1. IEMN- Dept. ISEN, UMR CNRS 8520, Lille

2. Debye Institute for Nanomaterials Science, University of Utrecht

3. Institute for Theoretical Physics, University of Utrecht

4. Opto-electronic Materials Section, Kavli Institute of Nanoscience, Delft University of Technology

5. EMAT, University of Antwerp

Nous montrons que des réseaux atomiquement cohérents (cristallins) de PbSe et PbTe peuvent être obtenus par auto-assemblage de nanocristaux. Des réseaux de CdSe et CdTe peuvent en être dérivés par échange de cation. Les caractérisations HAADF-STEM attestent d'une incroyable qualité structurale des réseaux même après échange. Des calculs basés sur des approches atomistiques démontrent que ces graphènes (ou silicènes) artificiels peuvent présenter des bandes de Dirac tout en se basant sur des matériaux conventionnels caractérisés par une grande bande interdite et un fort couplage spin-orbite. Dans le cas de CdSe et CdTe, deux cônes de Dirac présentant une forte dispersion (largeur d'une centaine de meV) et issus des états quantiques 1S et 1P des nanocristaux originels sont prédits, de même que deux bandes 1P totalement non dispersives induites par des frustrations topologiques dans le réseau en nid d'abeille. Les calculs démontrent que, comme dans le graphène, le pseudo-spin est parfaitement bien défini dans ces systèmes pourtant composés de plusieurs milliers d'atomes par maille. Pour les matériaux composés d'éléments lourds tels que CdTe, le fort couplage spin-orbite ouvre une bande interdite non triviale aux points K du cône de Dirac de la bande 1P, ce qui doit donner lieu à l'effet Hall quantique de spin dans ces matériaux. D'autres applications potentielles de ces matériaux seront discutées.