

Sujets de Recherche disponibles à l'UMONS

Titre du sujet 1 : Tailoring material properties via strong coupling with the electromagnetic environment

Modulation des propriétés des matériaux par couplage fort avec l'environnement électromagnétique

Informations administratives

Personne proposant le sujet ¹ /email	Prof. Dr. Ir. Bjorn Maes bjorn.maes@umons.ac.be
Service	Matériaux Micro- et Nanophotoniques
Faculté	Faculté des Sciences
Institut	Matériaux

Informations relatives au sujet proposé

Niveau de recherche	<input checked="" type="checkbox"/> Doctorat <input checked="" type="checkbox"/> Post-Doc
5 mots-clés (français)	nanophotonique, matériaux, opto-électronique, couplage fort, plasmonique
5 keywords (English)	nanophotonics, materials, optoelectronics, strong coupling, plasmonics
Bref descriptif (10-15 lignes) (français)	
<p>Depuis peu, un nouveau paradigme pour adapter les propriétés des matériaux a été découvert. Il a été démontré que l'environnement électromagnétique peut changer drastiquement plusieurs caractéristiques intrinsèques des matériaux. Jusqu'alors, il était courant de penser que ces propriétés étaient indépendantes de la densité d'états électromagnétiques pour les fréquences optiques.</p> <p>Le principe de ce nouveau paradigme repose sur l'introduction de structures photoniques en contact étroit avec le matériau. Si le régime de couplage fort est atteint, différentes propriétés seront modifiées par la création de nouveaux états hybrides. De façon surprenante, ce phénomène fonctionne également même en absence de lumière pour exciter la structure, le vide pouvant lui-même moduler la structure électronique !</p> <p>Une totale compréhension et exploitation de ces effets manquent cruellement à ce jour, c'est pourquoi il y a un besoin évident de théories détaillées et de simulations pour étudier et concevoir de nouveaux dispositifs, en collaboration avec des expérimentateurs. Diverses structures avancées devraient être étudiées pour la manipulation électromagnétique, tels que les matériaux 2D et les métasurfaces plasmoniques. Ces structures photoniques peuvent ensuite être utilisées pour changer toute une série de propriétés intrinsèques des</p>	

¹ Membre permanent de l'UMONS (Futur promoteur de la thèse ou futur encadrant du post-doc)

matériaux telles que la conductivité, le travail de sortie, l'émission, le mouillage, etc. En conclusion, cet effet de couplage fort entre la lumière et la matière pourrait être crucial pour beaucoup de systèmes optoélectroniques tels que les lasers, les LEDs et cellules solaires.

Summary (10-15 lines) (English)

Very recently, a new paradigm to adjust the properties of materials was discovered. It was found that the electromagnetic environment can significantly change various bulk characteristics of materials. Up until then, it was thought these properties were largely independent of the electromagnetic density of states at optical frequencies.

The mechanism rests on the introduction of a photonic structure in close contact with the material. If the so-called regime of strong coupling is obtained, various properties appear to be modified, because novel hybrid states are created. Remarkably, this phenomenon also works when there is no light exciting the structure, so that the vacuum itself modulates the electronic structure!

A full understanding and exploitation of the effects is currently lacking, therefore there is a clear need for detailed theory and simulations to examine and design new devices, in collaboration with experimentalists. Multiple advanced architectures should be studied for electromagnetic manipulation, such as 2D materials and plasmonic metasurfaces. These photonic structures can then be applied to change a host of bulk properties, such as conductivity, work function, emission, wetting etc. Thus, this strong light-matter coupling effect could be very crucial for many optoelectronic devices such as lasers, LEDs and solar cells.