

Résumé:

Le processus photocatalytique a attiré l'attention du monde entier en tant que méthode potentiellement efficace, respectueuse de l'environnement et peu coûteuse pour la purification de l'eau. Cependant, en raison des faibles efficacités d'absorption de la lumière et de la recombinaison rapide des paires électron-trou des photocatalyseurs semi-conducteurs, la modification de la structure est nécessaire afin d'améliorer leurs performances photocatalytiques. Le TiO_2 s'est avéré être le photocatalyseur le plus approprié pour des applications environnementales répandues. Cependant, le TiO_2 souffre d'une faible efficacité énergétique sous irradiation solaire ce qui réside dans son incapacité à absorber la lumière visible et aussi le taux élevé de recombinaison des espèces photo-excitées. Par conséquent, il est très important de modifier la structure électronique et la propriété de surface du TiO_2 afin d'utiliser la lumière visible de manière efficace. Pour dessiner de nouvelles perspectives dans ce domaine, nos études ont été portés sur différents types d'hétérostructures telles que $\text{Cu/TiO}_2@Ag_3PO_4$, $\text{Co}_x\text{Cu}_{1-x}\text{S/TiO}_2$ et $\text{CuCo}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ et ont été préparés avec succès par le procédé en solution. Nous avons caractérisé leur composition, texture, structure, morphologie et leurs propriétés électrochimiques par différentes méthodes. Afin d'améliorer les performances photocatalytiques, les rôles synergiques de chaque phase individuelle incorporée dans les composites multiphases ont été discutés. Les photocatalyseurs hétérostructurés préparés ont démontré une efficacité photocatalytique supérieure pour la dégradation des nitrates et du sulfaméthoxazole sous irradiation de la lumière visible et ce, en raison de l'efficacité accrue de la séparation électron-trou dans le système, ils ont aussi révélé ainsi bonnes propriétés texturales et structurelles. Enfin, des mécanismes possibles pour expliquer l'amélioration de l'activité photocatalytique ont été proposés pour chaque système photocatalytique. Les résultats de la recherche décrite dans ce manuscrit confirment clairement que l'activité photocatalytique de TiO_2 peut être efficacement améliorée par la construction de composites à hétérostructures qui est attribuée principalement à la séparation efficace des paires électron-trou photogénérées et à l'augmentation des sites actifs pour la réaction photocatalytique.

Mots clés :

Photocatalyse, TiO_2 , nitrate, sulfaméthoxazole, peroxymonosulfate, Mott-Schottky

SYNTHESIS AND REACTIVITY OF TITANIUM DIOXIDE-BASED COMPOSITES FOR WATER TREATMENT BY PHOTOCATALYTIC PROCESS UNDER VISIBLE AND SOLAR ILLUMINATION

Abstract :

The photocatalytic process has attracted worldwide attention as a potentially efficient, environmentally friendly and inexpensive method for water purification. However, due to the low light absorption efficiencies and the rapid recombination of electron-hole pairs of semiconductor photocatalysts, structural modification is necessary to improve their photocatalytic performance. TiO_2 has proven to be the most suitable photocatalyst for widespread environmental applications. However, TiO_2 suffers from low energy efficiency under solar irradiation, which lies in its inability to absorb visible light and also the high recombination rate of photo-excited species. Therefore, it is very important to modify the electronic structure and surface property of TiO_2 in order to use the visible light effectively. To draw new perspectives in this field, our studies have focused on different types of heterostructures including $\text{Cu}/\text{TiO}_2@Ag_3\text{PO}_4$, $\text{Co}_x\text{Cu}_{x-1}\text{S}/\text{TiO}_2$ and $\text{CuCo}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ and have been successfully prepared by the solution process. We have characterized their composition, texture, structure, morphology and electrochemical properties by different methods. In order to improve photocatalytic performance, the synergistic roles of each individual phase incorporated in multiphase composites were discussed. Prepared heterostructured photocatalysts have demonstrated superior photocatalytic efficiency for the degradation of nitrates and sulfamethoxazole under visible light irradiation due to increased efficiency of electron-hole in the system, they also revealed good textural and structural properties. Finally, possible mechanisms to explain the improvement of photocatalytic activity were proposed for each photocatalytic system. The results of the research described in this manuscript clearly confirm that the photocatalytic activity of TiO_2 can be effectively enhanced by the construction of heterostructures composites, which is attributed mainly to the efficient separation of photogenerated electron-hole pairs and increasing active sites for photocatalytic reaction.

Key Words :

Photocatalysis, TiO_2 , nitrate, sulfamethoxazole, peroxymonosulfate, Mott–Schottky