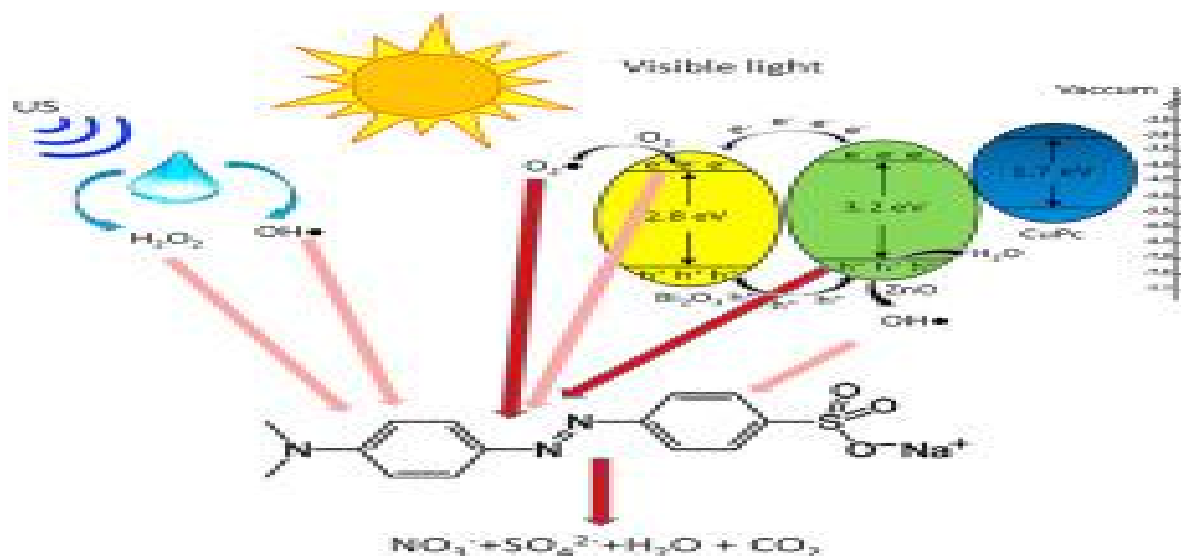


Sonophotocatalytic treatment of wastewater using simulated solar light-driven Bi₂O₃-ZnO nanophotocatalyst sensitized with copper phthalocyanine



By HAMID KAZEMHAKI

Abstract

Bi₂O₃-ZnO photocatalysts with various amounts of copper phthalocyanine (CuPc) as photosensitizer agent were synthesized and used as novel photocatalysts in sonophotocatalytic degradation of methyl orange (MO). The sonophotocatalytic degradation of MO under simulated solar light irradiation was compared with sole photocatalysis and sole sonolysis, and the results showed that the decomposition performance was in the following order: sonophotocatalysis(30 W ultrasonic power) > photocatalysis > sonophotocatalysis (60 W ultrasonic power) > sonolysis. Among CuPc-Bi₂O₃-ZnO sonophotocatalysts with different contents of CuPc from 0% to 2% wt., the sample with 2% wt. indicated the highest MO sonophotodegradation percent of 94.66%. The characterization properties of synthesized sonophotocatalysts were identified by XRD, FESEM/EDX, BET/BJH, FTIR, TEM, and UV-Vis DRS. The XRD patterns indicated that, with increasing the CuPc amount from 0% to 2% wt., the crystallite size of ZnO in studied photocatalysts decreased from 54 to 41 nm. However,

FESEM analysis illustrated fine nanoparticles (15–25 nm) with agglomeration on the outer surface that are related to Bi₂O₃ and CuPc particles. UV–Vis DRS showed that the sample with 2% wt. of CuPc had the highest visible light absorption and the lowest bandgap energy of 2.63 eV. The highest surface area and the smallest pore size were observed in this sample as well. The reusability test exhibited the excellent stability of CuPc-Bi₂O₃-ZnO sonophotocatalyst within six consecutive runs with negligible (5%) fading in sonophotocatalytic performance. Scavenger tests indicated that OH radical was not the dominant reactive specie, and sonication via physical aspects and production of other radicals influenced the photocatalytic reaction.

ملخص

تم تصنيع المحفزات الضوئية ZnO - Bi₂O₃ بكميات مختلفة من فتالوسيانين النحاس (CuPc) كعامل محسس ضوئي واستخدامها كمحفزات ضوئية جديدة في التحلل التحفيزي للضوء لبرتيال الميثيل (MO). تمت مقارنة التحلل التحفيزي للضوء للعضلات تحت إشعاع الضوء الشمسي المحاكاة مع التحفيز الضوئي الوحيد والتحليل الصوتي الوحيد ، وأظهرت النتائج أن أداء التحلل كان بالترتيب التالي: التحفيز الصوتي (قوة الموجات فوق الصوتية 30 وات) < التحفيز الضوئي < التحفيز الصوتي (60 واط بالموجات فوق الصوتية) < تحلل الصوت. بين المحفزات الصوتية CuPc-Bi₂O₃-ZnO بمحتويات مختلفة من CuPc من 0% إلى 2% بالوزن ، العينة مع 2% بالوزن. أشارت إلى أعلى نسبة تحلل صوتي للخرسانة بنسبة 94.66%. تم تحديد خصائص توصيف المحفزات الصوتية المركبة بواسطة XRD و FESEM / EDX و BET / BJH و FTIR و UV-Vis DRS و TEM. أشارت أنماط XRD إلى أنه مع زيادة كمية النحاس من 0% إلى 2% بالوزن ، انخفض الحجم البلوري لـ ZnO في المحفزات الضوئية المدروسة من 54 إلى 41 نانومتر. ومع ذلك ، أوضح تحليل FESEM الجسيمات النانوية الدقيقة (15-25 نانومتر) مع التكتل على السطح الخارجي المرتبط بجزيئات Bi₂O₃ و CuPc. أظهرت الأشعة فوق البنفسجية - المرئية (DRS) أن العينة ذات وزن 2% يحتوي CuPc على أعلى امتصاص للضوء المرئي وأقل طاقة ذات فجوة نطاق تبلغ 2.63 فولت. ولوحظت أعلى مساحة سطحية وأصغر حجم مسام في هذه العينة أيضاً. أظهر اختبار إعادة الاستخدام ثباتاً ممتازاً لمحفز صوتي CuPc-Bi₂O₃-ZnO خلال ستة أشواط متتالية مع تلاشي ضئيل (5%) في أداء التحفيز الصوتي. أشارت اختبارات الكسح إلى أن جذور OH لم تكن النوع التفاعلي السائد ، وأن الصوتية من خلال الجوانب الفيزيائية وإنتاج الجذور الأخرى أثرت على تفاعل التحفيز الضوئي.

پوخته

وہکو مادہ ہستیارکھری فوتو (CuPc) بہ بریکی جیاواز لہ فتالوسیانینی مس Bi₂O₃-ZnO فوتوکاتالیستہکانی بیکارہینران. تیکچوونی (MO) دروسکران و وہک فوتوکاتالیستیکی نوئ لہ تیکچوونی سونوفوتوکاتالیستیکی میتیلی پرتہقال لہ ژیر تیشکی خوری ہاوشیوہ ہراورد کرا لہگمل فوتوکاتالیزی تاکانہ و سونولیس تاکانہ، و MO سونوفوتوکاتالیستیکی ہیزی سونار) < W نہجامہکان دمریانخت کہ نہدای شیبوونہوہ بہم ریژہی خوارموہ بوو: سونوفوتوکاتالیزی (30

CuPc-Bi₂O₃-ZnO هیژی سۆنار) < سۆنولیسس. له نیوان سۆنوفۆتوکاتالیستهکانی W فۆتوکاتالیز < سۆنوفۆتوکاتالیز (60 نماژهی به بهرزترین سمدی wt.% نمونهکه به 2 wt.% له 0% بۆ 2 CuPc که ناوهرۆکی جیوازی ی 94.66% کرد. تایهتیهندییهکانی خهسلهتی سۆنوفۆتوکاتالیزه دروستکراوهکان به SONophotodegradation MO نماژمیان بهوه کرد XRD دهستنیسانکران. نهخشهکانی UV-Vis DRS، TEM، BET/BJH، FTIR، FESEM/EDX له فۆتوکاتالیزه لیکۆلینه مکر او هکان له 54 بۆ ZnO قهبارهی بلوری، wt.% له 0% بۆ 2 CuPc که، لهگهڵ زیادکردنی بری نانۆگهردیله وردهکانی (15-25 نانۆمتر) لهگهڵ کۆبوونهوه لهسهر FESEM 41 نانۆمتر کهمیکردوه. بهلام، شیکاری %دهریخست که نمونهکه به UV-Vis DRS 2. ههیه CuPc و Bi₂O₃ رووی دهرمه نیشان دا که پهیههندییان به تهۆلکهکانی بوو. ههروهها بهرزترین eV بهرزترین ههلمزینی رووناکی بینراو و کهترین وزه باندگایی ههبوو که 2.63 CuPc له wt. رووبهری رووکار و بچووکتترین قهبارهی کونیهکان لهم نمونهیدا بهدیکرا. تاقیکردنهوهی دووباره بهکارهێنانهوه سۆنوفۆتوکاتالیست له ماوهی شش جار لهسهریهکدا لهگهڵ کالبوونهوهی کهم CuPc-Bi₂O₃-ZnO سهقامگیریهکی نایابی جۆری OH (5%) له ههادهای سۆنوفۆتوکاتالیتیکدا نیشان دا. تاقیکردنهوهکانی سکافینگهر نماژمیان بهوه کرد که رادیکالهکهی کارلیکههری بالادهست نهبووه، و دهنگکردن له ریگهی لایهنه فیزیاییهکانهوه و بهرهمهینیانی رادیکالهکانی تر کاریگهری لهسهر کارلیکی فۆتوکاتالیتیک ههبوو.

لینکی توێژینهوه

<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.126355>

About Soran University

[Soran University \(SUN\)](#) is located in the city of Soran, which is about a two-hour drive north-east of [Erbil](#) (Arbil, Hewlér), the capital of the [Kurdistan Region](#) of Iraq (KRIQ). The city is flanked by the famous Korek, Zozik, Henderén, and Biradost mountains. The medieval mountain village of [Rewandiz](#) ([Rawanduz](#), [رەواندێز](#)) is a stone-cast away, and the two cities share this lovely, harmonious upland. While waiting for its green, environmentally friendly building to be erected on a hilltop overlooking the cities of Soran and Rewandiz, its existing city campus has been meticulously set out to accommodate the lovely natural landscape. The new campus will be the first of its type, being walkable, balanced, powered by renewable energy, and compliant with all international environmental regulations. There are 5 Faculties in [SUN](#); [Faculty of Arts](#) (FAAR), [Faculty of Science](#) (FSCN), [Faculty of Education](#) (FEDU), [Faculty of Law](#), Political Science, and Management (FLAW/PSM), and [Faculty of Engineering](#) (FENG). Also, there is SUN research centre. Moreover, at SUN, there is a Language Center. SUN signed many Memoranda of Understandings (MoU) with many International Universities,

How to get here

Soran University (SUN) is located in the heart of the city of Soran. The main city campus is easily found on Google Maps for direction.