



KONFERENCIA KIADVÁNY CONFERENCE PROCEEDING

Műszaki Kémiai Napok 2023 Konferencia Engineering Chemistry Conference

2023. április 18-20.
Pannon Egyetem, Veszprém, Egyetem u. 10.

A konferencia rendezői:
Pannon Egyetem Mérnöki Kar
Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetika Kutató Csoport

<https://mkn.uni-pannon.hu>
ISBN 978-963-396-256-5

A kiadványt összeállította és szerkesztette: Balogh András és Klein Mónika

Támogatónk:



ABL&E–JASCO Magyarország Kft.
Laboratóriumi műszerek és berendezések forgalmazása

Felkonvertáló kolloid részecskék szuszpenziói és kompozit bevonatai: az anti-Stokes emisszió és az energiaátadási folyamatok vizsgálata

Upconverting nanoparticle suspensions and composite coatings: Characterization of anti-Stokes emission and energy transfer processes

Borbás Balázs, Tegze Borbála, Hessz Dóra, Kubinyi Miklós, Madarász János, Hórvölgyi Zoltán

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3., Magyarország

Összefoglaló/ Summary

A funkcionális nanoanyagok új képviselői a felkonvertáló nanorészecskék (UCNP – „upconverting nanoparticle”). A felkonvertáló nanorészecskék anti-Stokes emissziót mutatnak az UV és látható tartományban, közeli infravörös gerjesztés hatására. Bizonyos fotokatalizátor anyagokból, fluoreszcens színezékekből és felkonvertáló nanorészecskékből kialakíthatunk olyan kompozit rendszereket, melyek a komponensek közti sugárzási kölcsönhatásoknak köszönhetően széles hullámhossztartományban gerjeszthetőek, és így előnyösek lehetnek különböző gyakorlati alkalmazásokban.

Előállítottunk NaYF_4 : 20% Yb^{3+} , 0,5% Tm^{3+} összetételű felkonvertáló nanorészecskéket, valamint ezen részecskékre TiO_2 héj kialakításával mag/héj típusú részecskéket is. A felkonvertáló emissziót a részecskék vizes és etanolos közegű szuszpenziójában, továbbá kitozán mátrixú vékonyrétegekben tanulmányoztuk.

Kutatómunkánk során kitértünk a képzett bevonatok emissziós intenzitásának növelésére, Rodamin-6G fluoreszcens színezékkel való energiaátadás jellemzésére, továbbá szuszpenziókban és bevonatokban mért emissziós intenzitás (és sugárzási kölcsönhatás) hőmérsékletfüggésére is.

Recently, a new type of nano-scale functional materials has been brought to the spotlight: upconverting nanoparticles (UCNPs). UCNPs show anti-Stokes emissions in the UV and visible range under near infrared radiation. Certain photocatalysts and fluorescent dye molecules can create composite systems with UCNPs, which – via energy transfer processes – can be excited in a broad wavelength range. This effect is beneficial in many possible applications.

NaYF_4 : 20% Yb^{3+} , 0.5% Tm^{3+} UCNPs were prepared, and core-shell particles were synthesised by covering the UCNPs with a TiO_2 shell. Upconversion emission was studied in ethanolic and water-based suspensions and chitosan matrix thin film model systems.

Enhancement of the upconversion emission intensities in composite thin films was achieved and energy transfer between the UCNPs and Rhodamine 6G molecules was detected. The temperature dependence of the emission intensities (and energy transfer processes) in suspensions and coatings was also studied.

Köszönetnyilvánítás/Acknowledgements

A kutatáshoz hozzájárult a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) K-128266 számú (OTKA) pályázata. A kutatómunka a BME-NVA-02 és BME-EGA-02 számú projekt részeként az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással, a TKP2021 pályázati program finanszírozásában valósult meg. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

This work was supported by the National Research Development and Innovation Office (K-128266). The research is part of projects BME-NVA-02 and BME-EGA-02, implemented with the support provided by the Ministry for Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, financed under the TKP2021 funding scheme. The research is part of „Új Nemzeti Kiválóság Program” projects no. ÚNKP 22-1, implemented with the support from the National Research, Development and Innovation Fund of Hungary.

Felkonvertáló nanorészecskék és kompozit bevonataik

Upconverting nanoparticles and their composite coatings

Tegze Borbála^a, Albert Emőke^a, Hessz Dóra^a, Kubinyi Miklós^a, Tolnai Gyula^b, Borbás Balázs^a, Hórvölgyi Zoltán^a

^aBudapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék, 1111 Budapest, Budafoki út 6-8.

^bHolikem Kft, 1082 Budapest, Kisfaludy utca 40.

Összefoglaló/ Summary

A felkonvertáló nanoanyagok képesek több foton elnyelésével kisebb energiájú (nagyobb hullámhosszú) fényt nagyobb energiájú (kisebb hullámhosszú) fénnyé alakítani, és ezáltal számos ígéretes felhasználási területtel rendelkeznek. Egy lehetséges alkalmazásuk a napelemek, illetve fotokatalizátor rendszerek hatékonyságának növelése a felkonvertálás, valamint egyes esetekben további módszerek, például színezék-érzékenyítés segítségével, melynek hatására a napfény széles hullámhossz tartománya hasznosítható. Egy tipikus rendszer esetében a felkonvertáló nanorészecskék (*upconverting nanoparticles*, UCNPs) átalakítják a közeli infravörös fényt látható fénnyé, melyet színezékmolekulák abszorbeálnak, majd ezek átadják energiájukat egy félvezető anyagnak (pl. TiO_2). Kutatómunkánk során célunk volt ezen energiaátadási folyamatokat vékony bevonatok modell rendszerében vizsgálni.

Különböző összetételű, felkonvertáló tulajdonságú NaYF_4 : Yb, Tm/Er és LaF_3 : Yb, Tm/Er nanorészecskéket állítottunk elő, és tanulmányoztuk fontos tulajdonságaikat (alak, méreteloszlás, kristályszerkezet, felkonvertáló emisszió). A felkonvertáló részecskék nanoszerkezetű kompozit bevonatait üveghordozók felületén alakítottuk ki a forgótárcsás (*spin-coating*) módszerrel: különböző mátrixanyagú (SiO_2 , TiO_2 , kitozán) és szerkezetű (pl. egy- és többrétegű) rendszereket vizsgáltunk. 980 nm-es gerjesztés hatására a kompozit bevonatok emissziót mutattak a látható és ultraibolya tartományokban. A mintákat rodamin 6G színezékoldatba helyezve tanulmányoztuk az energiaátadási folyamatokat a felkonvertáló részecskék, a színezék és a TiO_2 között, abszorpció és emisszió spektrumok vizsgálatával, 980 nm-es lézerefénnyel való bevilágítás mellett.

Upconverting nanomaterials are able to convert multiple photons of lower energy (higher wavelength) into a photon of higher energy (lower wavelength), and due to this property they are promising in many applications. One possibility is to increase the efficiency of solar cells and photocatalyst systems by means of upconversion and dye-sensitization, which allow for a broader wavelength spectrum of solar light to be utilized. In a typical example, upconverting nanoparticles (UCNPs) convert near infrared light into visible light, which is absorbed by dye molecules, and then this energy is transferred to a semiconductor material, e.g. TiO_2 . Our aim was to investigate these interactions in a thin film model system.

Upconverting NaYF_4 : Yb, Tm/Er and LaF_3 : Yb, Tm/Er nanoparticles with different compositions were synthesized, and their properties (shape, size distribution, crystal structure, upconversion emission) were studied. Composite coatings of the UCNPs were prepared on glass substrates with spin-coating method: the chosen matrix materials were SiO_2 , TiO_2 and chitosan; single- and multilayered structures were tried. After excitation with 980 nm light, the composite coatings showed emission in the visible and ultraviolet range. The samples were immersed in aqueous solutions of rhodamine 6G dye molecules, and the energy transfer processes between the UCNPs, dye and TiO_2 were investigated by measuring the absorbance and emission spectra during 980 nm irradiation.

Köszönetnyilvánítás/ Acknowledgements

A kutatáshoz hozzájárult a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) K-128266 számú (OTKA) pályázata. A kutatómunka a BME-NVA-02 és BME-EGA-02 számú projekt részeként az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással, a TKP2021 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

This work was supported by the National Research Development and Innovation Office (K-128266). The research is part of projects BME-NVA-02 and BME-EGA-02, implemented with the support provided by the Ministry for Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, financed under the TKP2021 funding scheme.