**NUMER IDENTYFIKACYJNY // CONTRIBUTION ID**

**Efekt nagrzewania plazmonowego w nanocząstkach złota o różnych kształtach // Plasmonic heating effect in nanoparticles of various shapes**

**Autorzy // Authors:** Gabriela Opiła1, Adrian Pietrzyk2, Oliwia Kowalska3, Janusz Przewoźnik1, Witold Rudziński1, Szymon Książek1, Magdalena Oćwieja3, Szczepan Zapotoczny2, Czesław Kapusta1

1 *Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, Polska // Faculty of Physics and Applied Computer Science, AGH University of Krakow, Kraków, Poland; 2 Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska// Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, Kraków, Poland; 3 Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni Polskiej Akademii Nauk, Kraków, Polska*

**Korespondujący autor // Corresponding Author:** gopila@agh.edu.pl

Nanocząstki plazmonowe to takie, w których występuje efekt LSPR (Localised Surface Plasmon Resonance), czyli Zlokalizowany Powierzchniowy Rezonans Plazmonowy, polegający na kolektywnej oscylacji elektronów z pasma przewodnictwa. Zachodzi wtedy, gdy na nanocząstkę plazmonową pada światło o określonej długości fali, a mierzalnym makroskopowo jego skutkiem jest wzrost temperatury. To, dla jakiej długości fali zajdzie LSPR zależy od ich kształtu, rozmiaru oraz materiału. Przykładowo, dla nanocząstek złota w formie nanoprętów o długości ok. 24 nm i średnicy ok. 5 nm maksimum absorbancji przypada w bliskiej podczerwieni (długość fali ok. 800 nm), podczas gdy dla nanocząstek kulistych złota leży w zakresie światła zielonego (długość fali ok. 530 nm).

W prezentacji będą przedstawione wyniki badań termograficznych dla zsyntezowanych metodą bezzarodkową nanoprętów złota (modyfikacja przedstawionej przez Ali et al. 2012), a także dla kulistych nanocząstek złota o średnicach 15±3 nm, otrzymanych metodą Turkevicha (2), jak również nanocząstek złota o średnicach 5±3 nm oraz 50±8 nm. Eksperyment polegał na umieszczeniu kropli zawiesiny nanocząstek na końcu pipety, oświetleniu jej światłem lasera i rejestracji rozkładu temperatury w kropli kamerą termograficzną Użyto laserów o długości fali 808 nm i 532 nm (odpowiadającej maksimom absorbancji dla nanoprętów, i dla nanoczastek sferycznych) a badania przeprowadzono dla różnych mocy światła laserowego oraz dla różnych mediów dyspersyjnych w których zawieszone były nanocząstki. Zmierzono maksymalne temperatury osiągane w poszczególnych warunkach w funkcji czasu oraz wyznaczono charakterystykę procesu nagrzewania. Absorbancje zostały zmierzone techniką UV-VIS, a także obliczone metodą elementów brzegowych z użyciem pakietu MNPBEM (Hohenster i Trügler 2012). Stężenia hydrozoli złota wyznaczono metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej (XRF) oraz spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-OES). Strukturę krystaliczną określono przy pomocy dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD), a rozmiary nanocząstek wyznaczono z obrazów otrzymanych metodą skaningowej transmisyjnej mikroskopii elektronowej (STEM).

Przeprowadzone badania ukazują wysoką efektywność nagrzewania plazmonowego i jego punktowy charakter, odzwierciedlający mały przekrój naświetlającej wiązki laserowej. Osiągane maksymalne temperatury zależą od mocy wiązki i dla próbek o stężeniu procentowym masowym rzędu 0,0030 wt% złota w wodzie mogą przekraczać 100 oC w ciągu minuty od włączenia lasera. Wyniki te są obiecujące pod kątem zastosowań, w tym biomedycznych, takich jak celowana hipertermia plazmonowa.

Projekt badawczy finansowany ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” w AGH//Research project supported by program „Excellence initiative – research university” for the AGH University of Krakow.

**Bibliography//References**

[1] Ali M. R. K. et al. “Synthesis and optical properties of small Au nanorods using a seedless growth technique”. In: *Langmuir*  Jun 26;28(25) (2012), p. 9807-15. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/la301387p.>

[2] Turkevich, J., Garton, G., & Stevenson, P. C. (1954). The color of colloidal gold. *Journal of colloid Science*, *9*, 26-35. DOI: http://dx.doi.org/[10.1016/0095-8522(54)90070-7](https://doi.org/10.1016/0095-8522%2854%2990070-7).

[3] Hohenster U. and Trügler A. “MNPBEM – A Matlab toolbox for the simulation of plasmonic nanoparticles”. In: *Computer Physics Communications* Feb 183(2), p. 370-381. DOI:  [http://dx.doi.org/10.1016/j.cpc.2011.09.009](https://doi.org/10.1016/j.cpc.2011.09.009).