

Grootte-afhanklikheidsstudie van watergeadsorbeerde ysteroksiednanodeeltjies en hul toksisiteit: 'n Modellerings- en eksperimentele studie

D (Danell) van Wyk¹, S Cronjé¹, M Gulumian², V Wepener², RA Harris¹

¹Departement Fisika, Universiteit van die Vrystaat, Suid-Afrika

²Water Navorsingsgroep, Eenheid vir Omgewingswetenskap en -Bestuur, Noordwes-Universiteit, Suid-Afrika

Korresponderende outeur: Danell van Wyk **E-pos:** 2018461885@ufs4life.ac.za

Size-dependent study of water adsorbed iron oxide nanoparticles: A modelling and experimental study: Iron Oxide Nanoparticles (IONs) are considered biocompatible due to their small size. IONs are modelled to be used as a drug delivery system to treat various diseases. Different properties such as surface area, size, shape etc. of the IONs can be controlled to optimize the system and reduce the toxicity.

Nanodeeltjies (NDs) het uiteenlopende toepassings, soos byvoorbeeld vir die gebruik in geneesmiddelaflewering, skoonheidsmiddels, medisyne en elektronika. Ysteroksied magnetiese NDs, kan spesifiek ook gebruik word as magnetiese resonante beeldvorming kontrasmiddels (MRI-kontrasmiddels), angiogeniese terapie en asook chemoterapie (Ealia & Saravanakumar, 2017). Die klein grootte van die NDs stel hulle in staat om aktief intravaskulêr of intraholte vir geneesmiddelaflewering te beweeg. Ten spyte van hul voordele, is die toksisiteit van ysteroksied NDs grootliks onbekend, veral vir ultra-klein ysteroksied NDs. Verskeie studies het aangedui dat die potensiële toksisiteit, insluitend sitotoksisiteit en genotoksisiteit, wat deur ysteroksied NDs veroorsaak word, grootliks toegeskryf kan word aan die generering van reaktiewe suurstofspesies (Liu et al., 2013). Dit is daarom noodsaaklik om hul toksisiteit te ondersoek, veral as daar in ag geneem word dat verskillende tipes NDs grootte-afhanklikheids toksisiteit vertoon. In onlangse studies is waargeneem dat ultra-klein NDs (met ander woorde ~5 nm) nie 'n baie duidelike induksie van reaktiewe suurstofspesies toon nie. Dit blyk dus dat die generering van reaktiewe suurstofspesies deur die grootte van die NDs beïnvloed word. Die toksisiteit van ultra-klein Fe₃O₄ NDs is vermoedelik verwant aan ferroptose, 'n vorm van geprogrammeerde seldood wat gekenmerk word deur die oormatige ophoping van yster en die opbou van lipiedperoksiede (Wu et al., 2012). Verder, onder sekere spesifieke toestande, kan hierdie ysteroksied NDs yster-ione (Fe²⁺ of Fe³⁺) vrystel in die omgewing waarmee dit interaksie het. Hierdie ione kan met water reageer om hidroksiedione (OH⁻) en protone (H⁺) te vorm, wat die pH direk beïnvloed. Ons veronderstel dus dat daar 'n korrelasie kan wees tussen die pH van 'n oplossing wat ysteroksied NDs bevat, en die gevolglike toksisiteit. Dit is nodig om 'n ondersoek in te stel en 'n gedetailleerde verduideliking van die toksisiteit van ysteroksied NDs en potensiële risiko's vir menslike gesondheid te verskaf. Die toksisiteit van NDs word toegeskryf aan hul spesifieke fisiese en chemiese eienskappe, insluitend hul hoë oppervlak-tot-volume verhouding, chemiese samestelling, grootte, dosis, retensie in die liggaam, vorm, orgaanspesifieke toksisiteit, afbreek en eliminering uit die liggaam (Wu et al., 2022). In hierdie studie is Fe₃O₄ NDs verkry en ontleed om hul kristalliniteit deur X-straaldiffraksie (XRD) te bepaal. Verder is hul vorm en grootte verkry deur transmissie-elektronmikroskopie (TEM) om vas te stel wat die pH is van hierdie Fe₃O₄ NP's wat in water opgelos is. Hierdie resultate is gesimuleer om 'n model te vorm sodat daar bepaal kan word watter effek die konsentrasie protone (H⁺) en hidroksied-ione (OH⁻) op die pH van die model kan hê. Die model is bepaal deur presies te ondersoek watter groottes van die NDs sal werk om aan die hidroksied-ione te bind deur te kyk na die bindingsenergie van die NDs in die omgewing van OH⁻.

Bibliografie

- Ealia, S.A.M., Saravanakumar, M.P., 2017, A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 263, 032019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/263/3/032019>.
- Liu, G., Gao, J., Ai, H., Chen, X., 2013, Applications and Potential Toxicity of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles, *Small* 9(9-10), 1533-1545. <https://doi.org/10.1002/sml.201201531>.
- Wu, H., Yin, J.J., Wamer, W.G., Zeng, M., Lo, Y.M., 2012, Reactive oxygen species-related activities of nano-iron metal and nano-iron oxides, *Journal of Food and Drug Analysis* 20(1), 312-317. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.01.007>.
- Wu, L., Wen, W., Wang, X., et al., 2022, Ultrasmall iron oxide nanoparticles cause significant toxicity by specifically inducing acute oxidative stress to multiple organs, *Particle and Fibre Toxicology* 19(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s12989-022-00465-y>.

Nota: 'n Seleksie van referaatopsommings: Studentesimposium in die Natuurwetenskappe, 30-31 Oktober 2024, Universiteit van die Vrystaat. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie); Dr Ernie Langner (Departement Chemie, Universiteit van die Vrystaat); Dr Wynand Nel (Departement Rekenaarwetenskap en Informatika, Universiteit van die Vrystaat) en Prof Liesl van As (Departement Dierkunde en Entomologie, Universiteit van die Vrystaat).