

Abstract

In this work, multi-component nanoparticles of various architectures are realized by wet-chemical siloxane-based methods. Silica Janus particles are obtained using two or more different silica precursors. Tunable sizes of match-like and pawn-like silica Janus particles are synthesized by varying the synthetic conditions.

Hybrid nanostructures incorporating either ferromagnetic (Co) or superparamagnetic (Fe_3O_4) single-domain nanoparticles (NPs) based on silica particles with shape anisotropy are realized. The magnetic nanostructures are combined with functionalized silica particles of different shape by chemical methods. This way, spherical, rod-, mushroom-, and dumbbell-like particles with magnetic properties can be obtained in the size range of 180 nm up to a few microns. Using different siloxanes as precursors, we obtain dumbbell particles with different functionalities on each end. The shapes of magnetic hybrid particles are from ternary dumbbell to peanut. Co@SiO_2 raspberry-like hybrid nanostructures incorporating different amounts of Co particles with a size of about 10 nm are prepared based on amino surface-functionalized silica sphere cores (~ 180 nm).

The resulting hybrid structures are readily dispersed in different media, including water, ethanol and toluene. Co@SiO_2 raspberry-like hybrid particles and SiO_2 rods NPs are investigated as a novel type of solid stabilizers for the stabilization of water-in-oil (w/o) and oil-in-water (o/w) emulsions. A direct correlation between the solid content of the emulsion and the resulting droplet size and surface coverage, is observed. The orientation of silica rods based at the surface of emulsion droplets is investigated by fluorescence microscopy, demonstrating that the silica rod particles show a preference for orienting parallel with the interface. Future work includes the investigation of these particles for the design of hierarchically structures material and dispersions.

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit werden Nanopartikel aus mehreren Komponenten mit stark unterschiedlicher Architektur durch nasschemische siloxanbasierte Methoden synthetisiert. Silika-Januspartikel werden unter Verwendung von zwei oder mehr unterschiedlichen Silikavorstufen erhalten. Größenkontrolle der streichholzartigen und Spielfigur ähnelnden Partikel wird durch Variation der Reaktionsbedingungen erreicht.

Hybridnanostrukturen, welche entweder ferromagnetische (Co) oder superparamagnetische (Fe_3O_4) Einzeldomänennanopartikel enthalten, werden auf Basis von Silikapartikeln mit Formanisotropie realisiert. Die magnetischen Nanostrukturen werden mit funktionalisierten Silikapartikeln unterschiedlicher Formen durch chemische Methoden kombiniert. Auf diese Art und Weise können sphärische, stäbchenförmige, pilzförmige und hantelartige Partikel mit magnetischen Eigenschaften in einer Größenordnung von 180 nm bis zu wenigen Mikrometern erhalten werden. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Siloxan-Präkursoren konnten hantelartige Partikel erhalten werden, welche unterschiedliche Funktionalisierungen an ihren Enden aufweisen. Die Formen der magnetischen Hybridnanopartikel reichen von dreiwertigen hantelartigen bis hin zu erdnussartigen Formen. Co@SiO_2 -himbeerartige Hybrid Nanostrukturen beinhalten unterschiedliche Mengen an Cobalt-Partikeln mit einer Größe von ca. 10 nm auf mit Aminogruppen oberflächenfunktionalisierten sphärischen Silikapartikeln (~180 nm).

Die resultierenden Hybrid-Nanostrukturen können problemlos in verschiedenen Medien, wie z.B. Wasser, Ethanol und Toluol, dispergiert werden. Die himbeerartigen Co@SiO_2 -Hybridnanopartikel und die stäbchenförmigen SiO_2 -Nanopartikel werden als neuartige Festkörper-Stabilisatoren für Öl/Wasser- und Wasser/Öl-Emulsionen untersucht. Ein direkter Zusammenhang zwischen dem Feststoffgehalt in den Emulsionen und der resultierenden Tröpfchengröße und Oberflächenbelegung wird beobachtet. Die Orientierung der stäbchenförmigen Silikapartikel an der Oberfläche der Emulsionstropfen wird durch Konfokalmikroskopie untersucht. Es kann gezeigt werden, dass die Silikapartikel die Präferenz zeigen, sich parallel an der Grenzfläche auszurichten. Zukünftige Arbeiten enthalten die Untersuchung dieser Partikel für das Design hierarchisch strukturierter Materialien und Dispersionen.