

Terveys ja turvallisuus

Ferronestettä on käsiteltävä varoen, eikä sitä saa ravistaa. Testiputkea ei saa avata. Jos putki rikkoutuu, ferronestettä ei saa kaataa viemäriin, vaan se pitää hävittää kuten moottoriöljyt. Jos ferronestettä joutuu iholle, se pestään välittömästi runsaalla vedellä ja saippualla. Ferroneste on helposti syttyvää.

Mitä tapahtuu?

Tämä harjoitus osoittaa, kuinka aineen ominaisuuksia voidaan muokata nanotasolla.

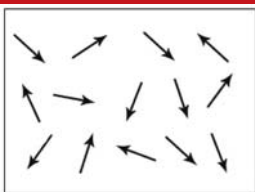
Ferroneste on nanokokoisista magnetiittikiteistä muodostuva seos. Nesteeseen liuenneiden pikkuruisten magneettien koko on noin 10 nm. Kiteitä suojaa kalvo, joka muodostuu surfaktanteista. Se on aine, joka vähentää merkittävästi nesteen molekyylien välistä koossapitävää voimaa. Surfactantit eristävät jokaisen yksittäisen nanokiteen ja estävät niitä paakkuuntumasta yhdeksi kiinteäksi massaksi.

Kun lähellä ei ole magneettia, ferronesteen alkeishiukkaset liikkuvat nesteessä vapaasti. Jos lähellä on magneetti, alkeishiukkaset magnetisoituvat hetkeksi. Silloin ferroneste käyttäytyy kiinteän magneetin tavoin. Kun magneetti poistetaan, alkeishiukkaset

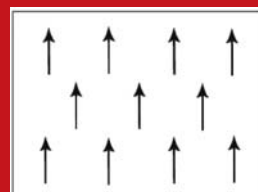
menettävät magneettisuutensa. Silloin ferroneste käyttäytyy jälleen ei-magneettisen nesteen tavoin. Tätä käyttäytymistä kutsutaan paramagnetismiksi. Itse asiassa ferronesteen yksittäiset nanokiteet orientoituvat sattumanvaraisesti. Tämän seurauksena neste ei magnetisoidu tasaisesti. Ferroneste ei siis ole nestemäinen magneetti.

Tästä huolimatta ulkoisen magneettikentän lisääminen aiheuttaa sen, että nanoalkeishiukkasten sattumanvarainen järjestys muuttuu kentän linjojen mukaiseksi. Ferroneste on nestemäinen aine, jolla on kiinteän aineen ominaisuuksia, kun lähellä on magneettikenttä.

Magnetiittihiekka taas on aina magnetisoitu – tämä erottaa ferronesteen ja magnetiittihiekan toisistaan.



Kun magneettikenttää ei ole, nanoalkeishiukkaset ovat satunnaisessa järjestyksessä. Tällöin ferroneste ei ole magneettinen neste.



Kun nanoalkeishiukkasten järjestys magneettikentässä on tämä, ferroneste on magneettinen.

↑
magneettikentän
suunta

Sovelluksia

Reaktiivisen ferronesteen valmistaminen ei ole yhtä yksinkertaista kuin pienten alkeishiukkasten sekoittaminen nesteeseen. Alkeishiukkasten on oltava hyvin pienikokoisia. Ferronesteen alkeishiukkasia ei voi valmistaa magneettisesta aineesta. Niitä saostuu seoksessa. Ferronesteet kehitettiin 1960-luvulla NASAn tutkimuskeskuksessa, jossa tutkijat etsivät vaihtoehtoisia tapoja ohjata avaruudessa nesteitä, erityisesti polttoainetta. Avaruudessa ei ole painovoimaa, joten nestemäinen aine ei pysy astiassa eikä sitä voi kaataa yhdestä lähteestä toiseen. Tutkijat onnistuivat valmistamaan uuden nesteen, jota voidaan ohjata magneettikentän avulla.

Ferronesteiden ominaisuudet ovat käyttökelpoisia monissa eri sovelluksissa. Ferronesteitä käytetään tietokoneen kovalevyjen tiivisteissä ja moottoreissa. Ferronesteitä käytetään myös kaiuttimissa vaimentamaan tärinää. Tulevaisuudessa ferronesteitä voidaan käyttää lääkkeissä. Magneettikentät kuljettavat ferronesteen ja lääkkeen tiettyyn kohtaan ihmiskehossa. Sähkömagneettien ja ilmaisimien avulla ferronesteen viskositeettia voidaan hallita dynaamisesti. Näin tehdään esimerkiksi urheilu- ja luksusautojen aktiivijousituksen iskunvaimentimissa.

Tietyt elävät organismit hyödyntävät nanokokoisia magnetiittikiteitä. Vaelluksen aikana lohi voi hyödyntää keskushermostoon liittyvissä soluissaan sijaitsevia magnetiittikiteitä kompassin tavoin. Bakteeri *Magnetotacticum bavaricum* voi tuottaa nanokokoisia magnetiittikiteitä.



Keskustelun pohjaksi

- Mihin ferronestettä voisi hyödyntää tulevaisuudessa?

Oppitavoitteet

- magnetismin esittely
- aineiden käyttäytymisten erojen ymmärtäminen, kun ne ovat toisaalta makroskooppisessa, toisaalta nanomittakaavassa
- oppia ymmärtämään tutkijoiden ja insinöörien keinoja muokata ainetta nanotasolla