



Fotokatalyyttinen vedenpuhdistus

Kohderyhmä: Lukion moduulit KE2 ja KE3 (myös KE6 reaktionopeuden yhteyteen), yläkouluun tutkimusmenetelmien ja pitoisuuksien käsittelyn yhteyteen.

Kesto: 120 min

Motivaatio: Työssä tutustutaan veden fotokatalyyttiseen puhdistukseen. Työssä tutkitaan spektrofotometrisesti, miten fotokatalyytti puhdistaa vettä ajan kuluessa.

Tavoite: Työn tarkoituksena on parantaa oppijan ymmärrystä vedenpuhdistuksen kemiasta (KE2 kestävyyskysymykset) sekä antaa valmiuksia spektrometrien käyttöön (KE3 spektrien tulkinta).

Tarvikkeet

Reagenssit:

- Metyylisininen
- Titaanioksidi
- Ionivaihdettu vesi

Muut tarvikkeet:

- UV-lamppu
- Spektrometri ja kyvettejä
- Ruiskuja ja filttareita
- Hissejä
- Magneettisekoittaja ja magneetti
- Vaaka
- Punnitusalusta
- Lusikka
- (Suppilo)
- 100 ml dekanterilasi
- 50 ml mittalasi
- 1000 ml mittapullo tai muu sopiva mitta-asteikollinen astia

Työturvallisuus / Huomioita ohjaajalle

Metyylisininen on ärsyttävä kemikaali. Titaanioksidi on syövyttävä. Työssä syntyvät jätteet tulee lajitella raskasmetallijätteeseen.



Pohdittavaksi ennen työtä

Mitä tiedät jäteveden vedenpuhdistuksesta? Voit kertoa esimerkiksi puhdistuksen eri vaiheita tai miksi vettä puhdistetaan.

Mitä ovat fotokatalyytit?

Katalyytti on reaktiota nopeuttava aine, joka ei itse kulu reaktiossa. Fotokatalyytti on katalyytti, joka vaatii UV-valoa toimiakseen.

Mitä absorbanssi tarkoittaa ja mitä absorbanssin suuruudesta saadaan selville?

Absorbanssi kuvaa sitä, miten paljon aine imee valoa. Kun vedessä olevan metyyllisistä konsentraatio laskee, liuoksen absorbanssi pienenee, jolloin metyyllisistä hajoamista voidaan seurata absorbanssin muutoksen avulla.

Tausta

Maapallolla puhtaasta vedestä on pulaa monilla alueilla ja jätevedet saastuttavat ympäristöä. Populaation kasvaessa myös veden tarve ja tuotetun jäteveden määrä nousevat. Tarvitaan siis jatkuvasti tehokkaampia menetelmiä veden puhdistamiseen. Fotokatalyyttinen vedenpuhdistus on yksi kehitteillä olevista vedenpuhdistusmuodoista. Jo pelkän UV-valon sekä voimakkaan näkyvän valon on todettu puhdistavan vettä luonnostaan. Tätä prosessia on mahdollista tehostaa fotokatalyyttien avulla. Työssä tutustutaan fotokatalyyttisen vedenpuhdistuksen menetelmään. Työssä käytetään metyyllisistä kuvaamaan mahdollisia jätteitä vedessä.



Kokeellinen osio / Työn suoritus

Liuksen valmistus koko ryhmälle:

Valmistetaan metyyliinisestä 50 ppm liuos. Koska 50 ppm on pieni pitoisuus, joudutaan liuosta valmistamaan enemmän kuin yhteen työhön tarvitaan, jotta tarvittava massa on mahdollista punnita. *Liuoksen valmistuksen ei tarvitse olla täysin tarkkaa, eikä liuosta ole välttämätöntä valmistaa mittapullossa.*

Punnitse 0,05 g metyyliinistä punnitusastalle ja siirrä se 1000 ml:n mittapulloon (tai muuhun sopivan kokoiseen astiaan). Lisää pieni määrä vettä ja liuota metyyliininen. Huuhtelee vedellä punnitusastusta ja mahdollisesti käytettävä suppilo. Täytä mittapullo (tai muu käytetty astia) vedellä 1000 ml merkkiin asti.

Työn suoritus:

1. Kokoa koejärjestely seuraavasti:
 - a) Leikkaa mustista jätesäkeistä sopivan kokoiset palat ja peitä vetokaapin ulkoseinät niillä.
 - b) Aseta vetokaappiin kaksi hissiä. Aseta toisen hissien päälle UV-lamppu ja toisen päälle magneettisekoittaja (katso alla oleva kuva 1).

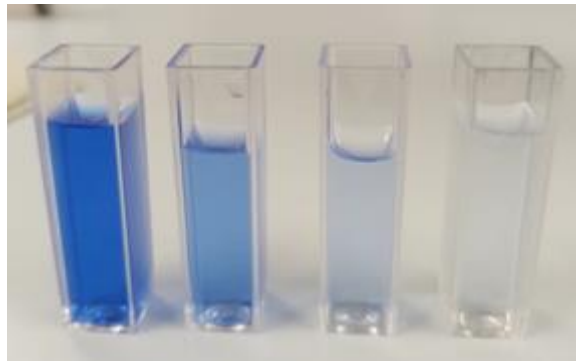


Kuva 1 Kuva koelaitteistosta

2. Mittaa mittalaseilla 50 ml metyyliinisen 50 ppm vesiliuosta 100 ml dekanterilasiiin.
3. Ota ruiskuun noin 2 ml liuosta dekanterilasista. Aseta ruiskun päähän filterti ja suodata liuos kyvetiin. Mittaa absorbanssi 600 nm aallonpituudella.
4. Lisää dekanterilasiiin magneetti, siirrä dekanterilasi magneettisekoittajan päälle ja aloita sekoitus.
5. Punnitse punnitusastalle 0,05 g TiO₂:ta ja lisää se sekoittuvaan liuokseen.



- Anna liuoksen sekoittua noin yhden minuutin ajan ja ota tämän jälkeen uusi näyte (noin 2 ml) uudella ruiskulla ja suodata se uuteen kyvetiin filtteriin läpi. Voit käyttää samaa filtteriä niin kauan kuin suodatus sen läpi onnistuu. Mittaa absorbanssi 600 nm aallonpituudella.
- Laita UV-lamppu päälle ja kohdista se mahdollisimman lähelle liuosta. Sulje vetokaappi ja anna liuoksen sekoittua UV-lampun alla 5 minuuttia.
- 5 minuutin kuluttua, ota dekantterilasissa olevasta liuoksesta uudella ruiskulla 2 ml näyte. Suodata näyte filtteriin läpi puhtaaseen kyvetiin ja mittaa absorbanssi 600 nm aallonpituudella.
- Toista kohta 8. 10 min, 15 min ja 30 min kuluttua UV-valaisun aloittamisesta. Muista sulkea vetokaappi näytteenottojen jälkeen.
- Piirrä mittaustuloksista käyrä: metyyliisinen absorbanssi ajan funktiona.



Kuva 2 Kuva veden väristä työn eri ajankohtina.

Pohdinta työn jälkeen

Millä tavoin metyyliisistä poistuu vedestä?

Metyyliisistä sekä absorboituu titaanioksidin että hajoo titaanioksidin vaikutuksesta.

Miksi absorbanssi mitataan 600 nm aallonpituudelta?

Tärkeintä on mitata absorbanssi aina samalta aallonpituudelta, jotta mittaukset ovat keskenään vertailukelpoisia. Metyyliisillä on absorptiohuippu noin 600 nm kohdalla, joten muutokset absorbanssissa näkyvät selkeimmin tällä aallonpituudella.

Miksi liuos suodatetaan filterillä ennen sen absorptiospektrin mittaamista?

Spektrofotometrit eivät pysty mittaamaan absorbanssia kiinteästä aineesta. Jos näytettä ei suodateta, kiinteä titaanioksidi häiritsee mittauksia.

Miksi vetokaappi vuorattiin jätesäkeillä?

Kun vetokaappi peitetään, ainoa valonlähde on UV-lamppu. Tällöin työn olosuhteet ovat kontrollidummat. Jätesäkki estää myös UV-valon mahdolliset haitalliset vaikutuksen meihin.

Mitä vedelle täytyisi vielä tehdä, ennen kuin se olisi juomakelpoista?

Vedestä täytyisi suodattaa vielä pois käytetty katalyytti. Tähän voitaisiin hyödyntää esimerkiksi saostusmenetelmiä.



Lisätietoja

Työssä käytetään useampaa vedenpuhdistusmenetelmää samanaikaisesti: Titaanioksidi hajottaa metyyliisistä fotokatalyyttisesti sekä absorboi sitä. Mitä suurempi määrä katalyyttiä lisätään liuoksen sekaan, sitä suurempi osa metyyliisistä häviämisestä on absorptiosta johtuvaa. Työssä on tärkeä huomioida se, että eri UV-lamput tuottavat UV-valoa eri intensiteeteillä. Suurempi intensiteetti saa aikaan nopeamman reaktion.



**Kemianluokka
Gadolin**