**KLOORIJÄÄMÄT JUOMAVEDESSÄ**

*Olet harjoittelijana vedenpuhdistuslaitoksella. Juomavedeksi käsiteltävän veden desinfiointivaiheesta vastaava työntekijä uskoo tehneensä inhimillisen virheen vettä desinfioivan klooripitoisen aineen annostelussa. Pomosi pyytää sinua varmistamaan, että puhdistetussa vedessä ei ole liikaa kloorijäämää. Et ole vielä saanut koulutusta hankaliin laadunvalvontajärjestelmiin ja ainoa mahdollisuutesi on selvittää veden klooripitoisuus kokeellisesti vesinäytteestä.*

**TAUSTAA**

Raakavesi ei sellaisenaan ole juomakelpoista. Raakavedessä on epäpuhtauksina muun muassa hiekkaa, levää, ihmiselle haitallisia bakteereita ja viruksia. Juomaveden puhdistuksessa on monta eri vaihetta, joista juomaveden desinfiointi on yksi. Desinfioinnilla juomavedestä poistetaan mikrobit. Juomavesi desinfioidaan Suomessa pääosin natriumhypokloriitin vesiliuoksella NaClO.

Klooria tulisi aina jäädä hieman puhdistettuun juomaveteen sen desinfioivan vaikutuksensa vuoksi. Jos juomavedessä ei olisi kloorijäämää, veden seisoessa esimerkiksi putkistossa, haitalliset mikrobit voisivat lisääntyä. Klooria ei kuitenkaan saa lisätä liikaa. Liian suuri kloorijäämä reagoi juomaveden epäpuhtauksien kanssa muodostaen ihmiselle haitallisia sivutuotteita. Juomavettä desinfioidaan Suomessa pääosin natriumhypokloriitin vesiliuoksella (10 – 15 %). Juomaveden desinfiointi kloorin avulla tuhoaa mikrobit hapettamalla muun muassa niiden soluseinän.

**POHDITTAVAKSI ENNEN TYÖTÄ**

Miksi klooria lisätään juomaveteen?

Voiko juomavedessä olla liikaa klooria?

**REAKTIOT**

2 ClO- (*aq*) → 2 Cl- (*aq*) + O2 (*g*)

3 ClO- (*aq*) → 2 Cl- (*aq*) + ClO3- (*aq*)

**REAGENSSIT:**

* 3 kpl DPD (N,N-dietyyli-p-fenyleenidiamiini)-reagenssipusseja
* 0,04 M natriumhypokloriittiliuosta (NaClO)
* Ionivaihdettua vettä (= tislattua vettä)

**TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY**

Suojalasit, laboratoriotakki ja suojahanskat.

Natriumhypokloriitti on syövyttävä aine, joka ärsyttää silmiä. Ylijäänyt kloraatti pelkistetään kloridiksi ja huuhdellaan viemäristä.

DPD ärsyttää ihoa ja silmiä. Huuhtele roiskeet **heti** runsaalla vedellä. Tarvittaessa lääkäriin. DPD on haitallista vesieliöille. Kerää liuosjäte ”hiilivedyt vesiliuoksessa” -jäteastiaan.

* Hanavettä

**TARVIKKEET:**

* 4 Koeputkea
* 5 tai 10 ml mittalasi
* Finnpipetti
* (Pasteurpipetti)
* 50 ml dekantterilasi
* 4 kyvettiä
* Spektrofotometri

**TYÖOHJE**

#### Vertailuliuosten valmistus:

Vertailuliuos 1: Mittaa 5ml ionivaihdettua vettä koeputkeen mittalasin tarkkuudella. Lisää reagenssipussin sisältö. Mitä havaitset?

Vertailuliuos 2: Mittaa 10ml ionivaihdettua vettä koeputkeen mittalasin tarkkuudella. Lisää yksi tippa (5 μl) natriumhypokloriittiliuosta, jonka kloorikonsentraatio on 0,04 mol/l. Lisää koeputkeen reagenssipussin sisältö. Mitä havaitset?

Vertailuliuos 3: Mittaa 5 ml ionivaihdettua vettä koeputkeen mittalasin tarkkuudella. Lisää 5 ml:aa vertailuliuosta 2, johon on valmiiksi lisätty reagenssipussin sisältö. Mitä havaitset?

Mikä on vertailuliuoksen 1. kloorikonsentraatio? Miksi? Kirjaa vastauksesi seuraavan sivun tulosten analysointitaulukkoon.

#### Näyteliuoksen valmistus:

Valuta kylmää vettä hanasta ensin vähän aikaa (30 s), ennen kuin otat näytteen. Ota hanasta vesinäyte 50 ml dekantterilasiin. Mittaa siitä mittalasilla 5ml koeputkeen ja kaada joukkoon reagenssipussin sisältö. Mitä havaitset?

#### Mittauksen suoritus

Mittaa vertailuliuosten ja näyteliuoksen absorbanssi. Kirjaa tulokset alla olevaan taulukkoon (Huomaa, että kloorikonsentraatio on millimooleja).

## Tulosten analysointi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Liuos | Absorbanssi (λ = 528 nm) | Kloori konsentraatio c (mmol/l) |
| Vertailuliuos 1. |  |  |
| Vertailuliuos 2. |  |  |
| Vertailuliuos 3 |  |  |
| Näyteliuos |  |  |

Absorbanssin (A) suhde liuoksen konsetraatioon (c) on Lambert-Beerin lain mukaan:

A = ε \* b \* c

ε on molaarinen absortiviteettikerroin (vakio) ja b on valon kulkema matka kyvetissä (mittauksessa se oletetaan vakioksi). Kaavasta nähdään, että absorbanssi ja tutkittavan liuoksen konsentraatio ovat suoraan verrannollisia.

Piirrä yllä olevan päätelmän perusteella vertailusuora millimetripaperille. Lue vertailusuoraa apuna käyttäen näyteliuoksen kloorikonsentraatio. Kirjaa tuloksesi tulosten analysointitaulukkoon.

**POHDINTAA**

Mikä on vertailuliuoksen 1. kloorikonsentraatio? Miksi?

Mitä eroa vesijohtoveden ja ionivaihdetun veden värireaktioilla oli? Miksi?

## Mistä johtuu, jos vesijohtovedestä ei tule värireaktiota?

Osaatko sanoa, miksi vettä oli hyvä valuttaa hetki ennen näytteenottoa?

Mikä oli hanaveden kloorikonsentraatio? Vertaa tulostasi WHO:n antamaan raja-arvoon (0,141 mmol/l). Mitä huomaat? Oliko tapahtunut inhimillistä virhettä?

Voisiko siis kyseistä vettä juoda?

Vertaile tuloksiasi muiden ryhmien kanssa. Saivatko muut ryhmät eroavia tuloksia? Miksi?

Minkälaisia tuloksia saisit, jos käyttäisit tutkittavana näytteenä luonnon vettä?

Koitko työn mittausautomaatio-osuuden (spektrofotometria) mielekkääksi? Miksi?