



Laadunvalvontaa elintarviketehtaalla

Kohderyhmä: Työ on suunniteltu lukion kurssille KE6, jolla käsitellään laskennallisesti happo-emästasapainoa.

Kesto: 45 min

Motivaatio: Tässä työssä tutustutaan happo-emästitraukseen. Oppilas työskentelee elintarviketehtaalla laadunvalvontalaboratoriossa. Päivän työtehtävänä on selvittää valmistetun elintarvike-etikan etikkahappopitoisuus ja pohtia, vastaako etikkahappopitoisuus etikan tuoteselosteessa ilmoitettua.

Tavoite: Oppia kokeellista työskentelyä sekä titrauksen perusperiaatteet.

Avainsanat: Titraus – Happo – Emäs

TURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

- Suojatakki, -hanskat ja -lasit
- Natriumhydroksidi on kuivattava ja syövyttävä aine. Huuhtelee roiskeet heti runsaalla vedellä ja hakeudu tarvittaessa lääkäriin
- Työssä muodostuneet liuokset voi kaataa viemäriin

TARINA

Työskentelet elintarviketehtaalla laadunvalvontalaboratoriossa. Tuotantolinjalta on juuri valmistunut erä elintarvike-etikkaa. Tehtävänäsi on selvittää, onko erän etikkahappopitoisuus kohdallaan.



POHDITTAVAA ENNEN TYÖTÄ

Miksi tuotteiden laaduntarkkailu on tärkeää?

Elintarviketehtaissa virheiden syntyminen halutaan estää. Raaka-aineille sekä elintarvikkeille on määritetty laatuvaatimuksia ja toimittajilta edellytetään niiden täyttämistä.

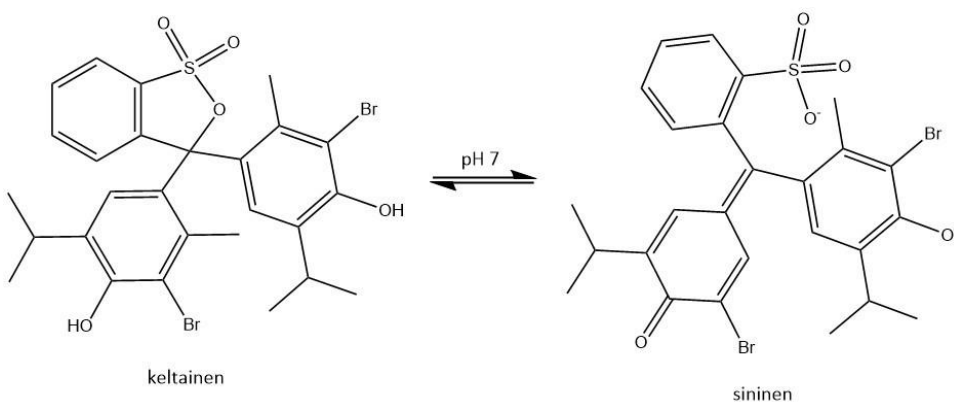
Pohdi millaisia erilaisia kemiallisia keinoja/menetelmiä voisit käyttää etikkaerän etikkahappopitoisuuden selvittämiseksi.

Titraus on helpoin ja yleisin tapa määrittää liuoksen etikkahappopitoisuus, mutta määrittäminen onnistuu myös esimerkiksi kromatografisilla ja gravimetrisillä menetelmillä. Titrauksen etuna on se, että titraus on nopeaa ja edellyttää huomattavasti vähemmän esivalmisteluja ja näytteenkäsittelyä kuin muut menetelmät.

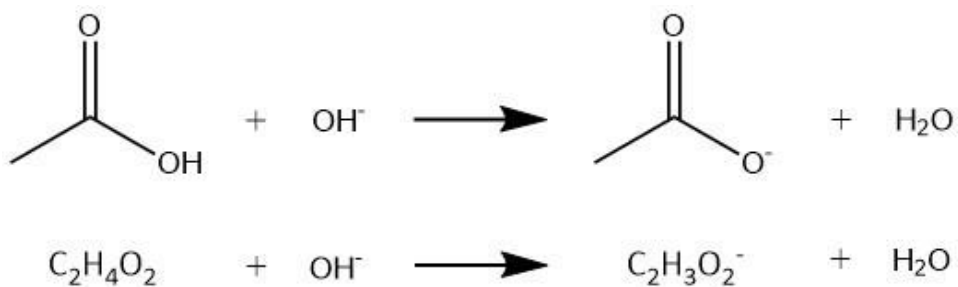
TAUSTA

Väkiviinaetikan etikkahappopitoisuus voidaan määrittää titraamalla. Titrauksessa näyteliuokseen lisätään titranttia (eli reagenssia, jonka pitoisuus tunnetaan), jolloin näytteessä oleva analyytti (eli tutkittava aine) reagoi sen kanssa. Näyteliuokseen lisätään titranttia, kunnes kaikki analyyttimolekyylit ovat reagoineet. Titranttien kulutuksen perusteella voidaan sitten laskea näytteen sisältämän analyytin määrä. Reaktion päätepisteen havaitsemiseen käytetään yleensä indikaattoria. Indikaattori on yhdiste, joka vaihtaa väriä liuoksen kemiallisten olosuhteiden, esimerkiksi pH:n, muuttuessa.

Titrausmenetelmiä on useanlaisia. Tässä työssä tehdään happo-emästitraus, jossa määritetään näytteen sisältämän hapon tai emäksen pitoisuus lisäämällä siihen emäs- tai happoliuosta, jonka pitoisuus tunnetaan. Hapon ja emäksen välillä tapahtuu neutraloitumisreaktio, jossa konjugaattihapon ja -emäksen lisäksi muodostuu vettä. Reaktion päätepiste havainnoidaan pH-indikaattorin avulla. pH-indikaattorit ovat orgaanisia yhdisteitä, joiden väri riippuu liuoksen pH:sta. Ne sisältävät yleensä funktionaalisia ryhmiä, jotka voivat vastaanottaa ja vapauttaa vetyioneja. Vetyionien irtoaminen ja kiinnittyminen saa molekyylin rakenteen muuttumaan, mikä saa yhdisteen värin muuttumaan. Alla olevassa kuvassa on bromitymolisini-indikaattorin rakenne ja väri happamassa (vasemmalla) ja emäksisessä (oikealla) liuoksessa.



Tässä työssä väkiviinaetikan etikkahappopitoisuus määritetään titraamalla sitä 1 M natriumhydroksidiliuoksella. Alla on titrauksessa tapahtuva reaktio. Näytteen sisältämä etikkahappo ($C_2H_4O_2$) reagoi hydroksidi-ionien (OH^-) kanssa, jolloin muodostuu asetyyli-ioni ($C_2H_3O_2^-$) ja vettä. Titrauksen päätepiste nähdään bromitymolisini-indikaattorin (BTS) avulla. Titrauksen alussa liuos on hapan ja keltainen ja kun kaikki etikkahappo on neutraloitu, saa reagenssin lisäys liuoksen muuttumaan emäksiseksi ja indikaattori vaihtaa väriä keltaisesta siniseksi.



REAGENSIT

- 1 M natriumhydroksidi
- Väkiiviinaetikka
- Ionivaihdettu vesi
- BTS-indikaattori

TARVIKKEET

- 100 ml erlenmeyerpullo
- 5 ml täyspipetti
- Byretti
- Vaaka
- Magneettisekoitin
- Magneettisauva



TYÖN SUORITUS

LIUOSTEN VALMISTUS (OPETTAJA)

1 M NaOH: Liuota 3,9998 g natriumhydroksidia ($M=39,998$ g/mol) 100 millilitraan ionivaihdettua vettä.

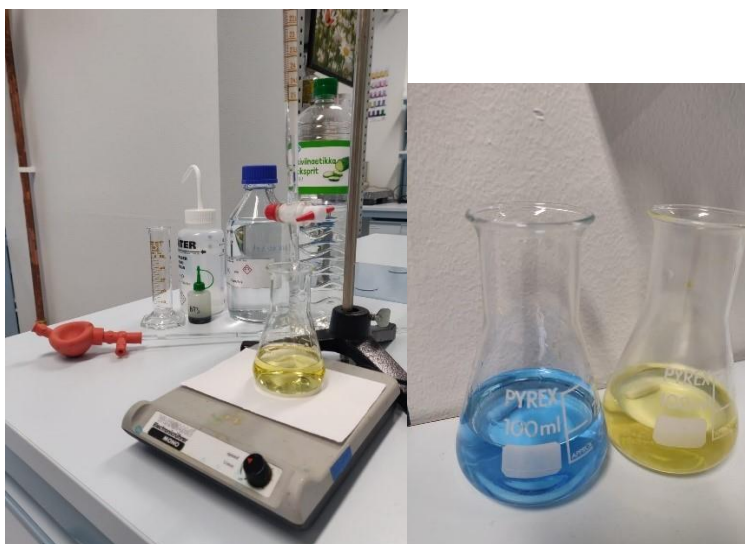
BTS-indikaattoriliuos: Liuota 50 mg bromitymolisini-indikaattoria (BTS) 4 millilitraan 0,02 M NaOH-liuosta. Lisää 20 ml etanolia (95 %) ja anna reagoida hetken. Laimenna liuos ionivaihdetulla vedellä 100 millilitraksi.

NÄYTELIUOKSEN VALMISTUS

Pipetoi erlenmeyerpulloon 5 millilitraa väkiviinaetikkaa. Lisää n. 50 millilitraa ionivaihdettua vettä. Huom! Jos haluat laskea näytteen etikkahapon massaprocentin tarkasti, on sinun myös punnittava väkiviinaetikkanäyte.

TITRAUKSEN SUORITTAMINEN

Lisää erlenmeyerpulloon hieman BTS-indikaattoriliuosta ja magneettisauva, laita sekoitus päälle ja titraa 1 M NaOH-liuoksella. Ekvivalenttipisteessä liuos muuttuu keltaisesta siniseksi. Lue byretin asteikolta NaOH-kulutus ekvivalenttipisteessä ja kirjaa se ylös.



TULOKSEN LASKEMINEN

Laske väkiviinaetikan etikkahappopitoisuus (mol/l) ja massaprosentti. Mikäli et punninnut väkiviinaetikkanäytettä voit arvioida väkiviinaetikan tiheydeksi 1 g/ml (= 1 kg/m³).

Ekvivalenttipisteessä NaOH -liuoksen kulutus = $V(\text{kulutus}) =$ ml

$V(\text{näyte}) = 5$ ml

$m(\text{näyte}) =$ g

$c(\text{NaOH}) = 1$ M

$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = 60,052$ g/mol

Lasketaan ensin titrauskulutuksen ja NaOH-liuoksen pitoisuuden avulla natriumhydroksidin ainemäärä, $n(\text{NaOH})$.

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{kulutus})$$

Tausta-osiossa esitetystä reaktiosta saadaan, että $n(\text{NaOH}) = n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$. Kun tiedämme näytteen sisältämän etikkahapon ainemäärään, voimme laskea näytteen, eli väkiviinaetikan, etikkahappopitoisuuden.

$$c(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{V(\text{näyte})}$$

Lopuksi muunnetaan etikkahappopitoisuus vielä massaprosenteiksi $m\text{-}\%(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$. Tätä varten meidän on laskettava etikkahapon massa $m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$ ja arvioitava näytteen massa $m(\text{näyte})$. Laskuissa voi myös käyttää väkiviinaetikkanäytteen tarkka massa, jos se on tiedossa. Etikkahapon massa lasketaan ainemäärän ja molekyylipainon avulla.

$$m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$$

Näytteen massa arvioidaan tiheyden $\rho(\text{näyte})$ ja näytteen tilavuuden avulla. Koska väkiviinaetikka on laimea etikkahapon vesiliuos, voimme arvioida liuoksen tiheydeksi 1 g/ml ($= 1 \text{ kg/m}^3$). Etikkahapon massaprosentti lasketaan kaavalla:

$$m\text{-}\%(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{m(\text{näyte})} \cdot 100\% \approx \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{\rho(\text{näyte}) \cdot V(\text{näyte})} \cdot 100\%$$

KOKOAVAT KYSYMYKSET

Vastaako laskemasi etikkahappopitoisuus väkiviinaetikan tuoteselosteessa ilmoitettua pitoisuutta? Jos ei, mistä ero saattaa johtua?

Väkiviinaetikan etikkahappopitoisuus on noin 10 %. Poikkeama voi johtua virheellisestä tuotteesta, mutta tässä tapauksessa on todennäköisempää, että ero johtuu määrittelyn tarkkuudesta ja analyysissä tehdyistä virheistä.