

Kemian laboratoriotyö: Karboksyylihapon moolimassan määrittäminen

Työn suorittajat: Niina Järviö, Meri Kervinen ja Elvi Sorvari

Mittaukset suoritettu: 7.5.2018

Työtä ohjannut opettaja: Adam Lerch

Tämän työn avulla määritetään bentsoehapon moolimassa.

1. Johdanto

Työn aihe on karboksyylihapon moolimassan määrittäminen. Työn tarkoituksena on selvittää bentsoehapon moolimassa. Työssä tutustutaan kemian työmenetelmään, titraukseen. Titrauksesta saatujen tulosten avulla ratkaistaan bentsoehapon moolimassa. Työ kuuluu kemian kurssiin *KE2 Ihmisen ja elinympäristön kemiaa* ja se on tehty vuoden 2018 keväällä.

2. Teoria

Työssä tarvitaan konsentraation suureyhtälö $c = \frac{n}{V}$, jossa c on konsentraatio (mol/l), n on ainemäärä (mol) ja V aineen tilavuus (l). Työssä tarvitaan myös ainemäärän suureyhtälöä $n = \frac{m}{M}$, jossa n on ainemäärä (mol), m on aineen massa (g) ja M on aineen moolimassa (g/mol). Työ perustuu titraamiseen. Tässä työssä käytetään happo-emäs- eli neutralointititrausta. Neutralisoituminen havaitaan näyteliuokseen lisätyn indikaattorin avulla. Yksi mooli natriumhydroksidia neutraloi yhden moolin bentsoehappoa.

3. Aineet ja laitteisto

Tarvittavat aineet:

- Bentsoehappo $C_6H_5COOH(s)$
- Natriumhydroksidiliuos $NaOH(aq)$ ($c=0,10$ mol/l)
- Fenoliftaleiiniliuos (1%)
- Tislattu vesi

Tarvittava laitteisto:

- Analyysivaaka
- Erlenmeyerpullo (100 ml)
- Mittalasi (50 ml)
- Lasisauva
- Byretti (25 ml)
- Statiivi ja koura
- Dekantterilaseja
- Keittolevy
- Magneettisekoittaja
- Suojalasit

4. Työn suoritus

Asetetaan tyhjä erlenmeyerpullo vaa'alle ja nollataan vaaka. Laitetaan erlenmeyerpulloon bentsoehappokiteitä ja asetetaan pullo takaisin vaa'alle. Punnitaan erlenmeyerpulloon tarkasti noin 100 mg bentsoehappoa. Seuraavaksi mitataan mittalasiin noin 50 ml tislattua vettä ja lisätään se bentsoehapon joukkoon. Laitetaan erlenmeyerpullo keittolevylle ja lämmitetään seosta, jotta bentsoehappo liukenisi veteen. Käytetään suojalasia, koska bentsoehappo on iholle ja silmille haitallinen aine. Sekoitetaan seosta lasisauvalla samalla kun se lämpenee. Kun bentsoehappo on liuennut veteen, otetaan erlenmeyerpullo pois keittolevyltä ja asetetaan se jäähtymään. Samalla

kun seos jäähtyy, huuhdotaan byretti natriumhydroksidiliuoksella. Natriumhydroksidiliuos on syövyttävää, joten käsitellään sitä hyvin varoen. Asetetaan byretin yläosaan suppilo. Valutetaan pieni määrä NaOH liuosta byretin läpi tyhjään denkantterilasiin. Tämän jälkeen laitetaan byretin hana kiinni ja täytetään se NaOH-liuoksella byretin asteikon 0-merkkiviivan yläpuolelle. Valutetaan liuosta dekantterilasiin, niin että liuoksen pinta on 0-merkkiviivan kohdalla. Liuoksen pinta näyttää kaarevalta. 0-merkkiviivan tulee olla liuoksen kaarevan alapinnan kohdalla. Kun bentsoehappoliuos on jäähtynyt, voidaan siihen lisätä pari pisaraa indikaattorina toimivaa fenoliftaleiiniliuosta. Sitten asetetaan erlenmeyerpullo magneettisekoittimen päälle ja laitetaan magneettinen sekoitin erlenmeyerpulloon. Asetetaan erlenmeyerpullo ja magneettisekoitin byretin alle. Byretin hana asetetaan keskelle erlenmeyerpullon suuta, jottei sieltä tulevat pisarat osu pullon reunoihin. Jos pisarat osuisivat pullon reunoille, ei tulos olisi luotettava. Käynnistetään magneettisekoittaja. Aloitetaan titraus avaamalla byretin hanaa varovasti. Jatketaan NaOH-liuoksen valuttamista bentsoehappoliuokseen niin kauan, kunnes liuos vaihtaa väriä vaaleanpunaiseksi. Suljetaan byretin hana välittömästi sen jälkeen, kun ollaan havaittu värinmuutos. Katsotaan byretistä, mihin kohtaan NaOH-liuoksen pinta on laskenut. Kirjataan tulos ylös. Toistetaan työ, jotta voidaan laskea keskiarvo ja näin saada luotettavampi tulos.

5. Saadut tulokset ja tulosten käsittely

Titrauksesta saatu tulos on natriumhydroksidin titrauskulutus. Lasketaan titrauksessa byretistä ulos valuneen NaOH-liuoksen ainemäärä sen konsentraation ja tilavuuden avulla. NaOH-liuoksen annettu konsentraatio on 0,10 mol/l. Teimme kokeen yhteensä kolme kertaa. Alla olevasta taulukosta näkee jokaisen mittauksen titraustuloksen.

Taulukko 1. Titrauskulutus

Mittaus	1	2	3
NaOH-liuoksen titrauskulutus byretissä ennen titrausta (ml)	0	0	15
NaOH-liuoksen titrauskulutus byretissä titrauksen jälkeen (ml)	9,9	12,7	23,7
NaOH titrauskulutus (ml)	9,9	12,7	8,7

Toista mittausta tehdessämme valutimme liikaa NaOH-liuosta, koska emme huomanneet bentsoehappoliuoksen värin muuttumista oikeaan aikaan. Tämän selkeän virheen takia teimme mittauksen vielä kerran ja jätimme tuon virheellisen tuloksen pois lopullisesta tuloksesta. Laskimme ensimmäisen ja kolmannen mittauksen tuloksista keskiarvon ja saimme NaOH-liuoksen titrauskulutukseksi 9,3 ml, joka on 0,0093 litraa.

Natriumhydroksidin ainemäärä natriumhydroksidiliuoksessa lasketaan suureyhtälön $c = \frac{n}{V}$ avulla.

$$n(\text{NaOH}) = cV = 0,10 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0093 \text{ l} = 0,00093 \text{ mol}$$

Tiedetään että, yksi mooli natriumhydroksidia neutraloi yhden moolin bentsoehappoa. Eli $n(\text{NaOH}) = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})$. Eli $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 0,00093 \text{ mol}$.

Bentsoehappoa mitattiin erlenmeyerpulloon 100 mg eli 0,1 g. Bentsoehapon moolimassa lasketaan suureyhtälön $n = \frac{m}{M}$ avulla.

$$M(C_6H_5COOH) = \frac{m}{n} = \frac{0,1g}{0,00093 \text{ mol}} \approx 107,52688 \frac{g}{mol}$$

Bentsoehapon moolimassaksi saatiin noin 107,5 g/mol.

Tässä vielä kuva laskuista.

Kuva 1. Bentsoehapon moolimassan laskeminen

TYÖ 3. Karboksyylihapon moolimassan määrittäminen

titrauskulutus:

$$V_1 = 0 \text{ ml} \rightarrow 9,9 \text{ ml}$$

$$V_2 = 0 \text{ ml} \rightarrow 12,7 \text{ ml} \Rightarrow \frac{9,9 \text{ ml} + 8,7 \text{ ml}}{2} = 9,3 \text{ ml}$$

$$V_3 = 15 \text{ ml} \rightarrow 23,7 \text{ ml} \Rightarrow 8,7 \text{ ml} = 0,0093 \text{ l}$$

(molaarinen)

Natriumhydroksidin konsentraatio on 0,1 M

$$= 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$c = \frac{n}{V} \quad | \cdot V$$

$$n = cV = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0093 \text{ l} = 0,00093 \text{ mol}$$

1 mol natriumhydroksidia neutraloi 1 mol bentsoehappoa

$$n(C_6H_5COOH) = 0,00093 \text{ mol}$$

$$m(C_6H_5COOH) = 100 \text{ mg} = 0,1 \text{ g}$$

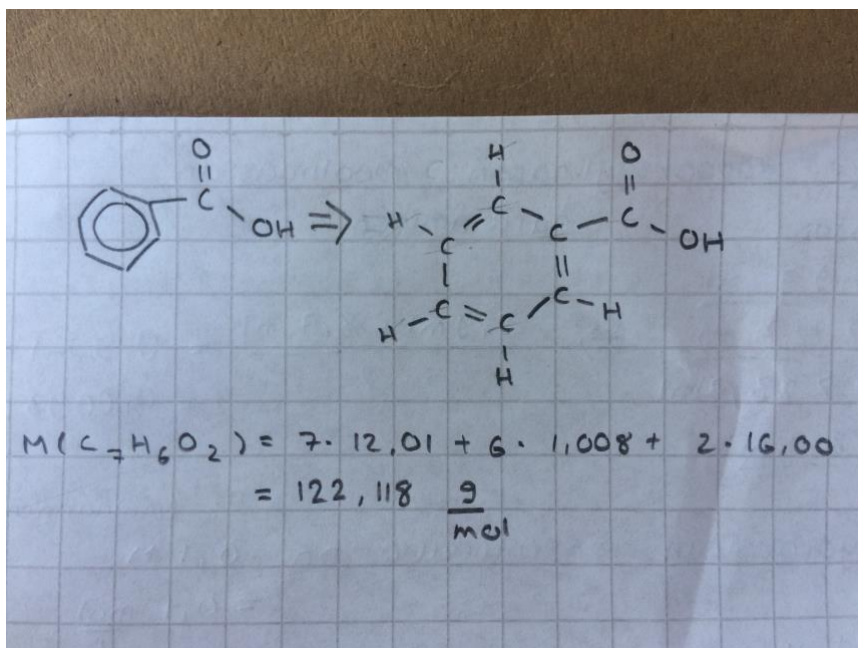
$$n = \frac{m}{M} \quad | \cdot M$$

$$nM = m \quad | : n$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0,1g}{0,00093 \text{ mol}} \approx 107,52688 \frac{g}{mol}$$

Bentsoehapon rakennekaavan perusteella moolimassaksi tuli 122,118 g/mol. Alla olevassa kuvassa näkyy laskut.

Kuva 2. Bentsoehapon moolimassa rakennekaavan perusteella



6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Moolimassaksi saatiin kokeellisesti noin 107,5 g/mol ja rakennekaavan avulla 122,118 g/mol.

Mahdolliset virheet voivat johtua liian epätarkasta laitteistosta tai niiden tulkitsemisesta. Pyrimme työssämme kuitenkin mahdollisimman tarkkaan toimintaan. Virheitä voi myös aiheutua, jos annetun natriumhydroksidiliuoksen konsentraatio ei ole tarkka arvo ja jos välineet eivät ole olleet tarpeeksi puhtaita.

Kokeellisesti saatu bentsoehapon moolimassa eroaa aika paljon rakennekaavasta saatuun moolimassaan. Rakennekaavassa atomien massa on suhteellinen atomimassa. Luonnossa atomeilla esiintyy erilaisia isotooppeja eli samaa alkuainetta olevia atomeja, joiden neutronien määrä on erilainen. Atomien isotooppien massat ovat siis erilaisia. Voi olla, että kokeellisesti saatu molekyylimassa koostuu kevyempien atomien isotooppien massoista. Toinen eroavaisuutta aiheuttava tekijä voi olla laitteisto. Rakennekaavan atomien suhteelliset atomimassat on mitattu ja laskettu tarkoilla koneilla. Meidän kokeellisesti tekemä mittausta ei ole tehty yhtä tarkkoilla laitteilla.

Bentsoehapon liuottamiseen lisätyn veden tilavuutta ei tarvitse tietää tarkasti, koska veden määrällä ei ole väliä. Vesi on neutraalia ainetta. Sinne lisätään hapanta ainetta eli siitä tulee nyt hapant vesiliuos. Vesiliuoksen happamuus johtuu oksoniumioneista. Bentsoehappoliuokseen lisätään natriumhydroksidia ja näin vesiliuokseen tulee hydroksidi-ioneita. Kun hydroksidi-ioneita ja oksoniumioneita on liuoksessa saman verran, tulee liuoksesta taas neutraali. Eli olipa vettä kuinka paljon tahansa, väliä on vain sillä, että kuinka paljon bentsoehappoa ja natriumhydroksidia liuoksessa on.

7. Lähteet

Kaavat ja työhön tarvittut aineet sekä laitteisto ovat otettu Otavan Mooli 2 oppikirjasta.

Niina Järviö 1e