

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za kemiju

Preddiplomski studij kemije

Matej Dobrić

Određivanje anionskih tenzida titracijom u dvije faze u realnom sustavu

(Determination of anionic surfactants by the two-phase titration in the real system)

Završni rad

Mentor:

doc. dr. sc. Mirela Samardžić

Neposredni voditelj:

dr. sc. Olivera Galović

Osijek, 2014.

Sažetak

Tenzidi su površinski aktivne tvari koje smanjuju napetost površine. Sastoje se od „glave“ (hidrofilni dio) i „repa“ (hidrofobni dio). Rep čini dugi ugljikovodični lanac, dok su glave pozitivne, negativne ili neutralne grupe. Tenzidi se dijele na kationske, anionske, neionske i amfolitske tenzide. Glave anionskih tenzida čine negativno nabijene grupe kao što su karboksilatni ion (-COO^-), sulfonatni ion (-SO_3^-), sulfatni ion (-OSO_3^{2-}). Anionski tenzidi su visoko-pjeneće aktivne tvari, dobro se raspršuju u vodi i sastavni su dio praškastih deterdženata kao i deterdženata za pranje suđa. Anionski tenzidi mogu se analizirati titracijskim metodama, spektrofotometrijskim metodama, kromatografskim metodama i analitikom s injektiranjem u protok. Titracijske se metode zasnivaju na stvaranju ionskih asocijata između anionskog tenzida i kationskog titranta. Titracija u dvije faze je referentna metoda za određivanje anionskih tenzida. Spada u vizualnu titraciju kod koje je korišten Hyamin 1622, kao kationski titrant, koncentracije $4,16 \times 10^{-3}$ mol/L uz otopinu miješanog indikatora. Za njegovu standardizaciju korištena je standardna otopina natrijeva dodecil sulfata (NaDDS), koncentracije 4×10^{-3} mol/L. Nakon standardizacije provedene su titracije realnih uzoraka koji prema deklaraciji sadrži manje od 5 % , 5 – 15 % i 15 – 30 % anionskih tenzida.

Ključne riječi: tenzidi, anionski tenzidi, vizualna titracija, titraciju u dvije faze, titracija anionskih tenzida.

Abstract:

Surfactants are surface active agents that lower the surface tension. They consist of a "head" (hydrophilic part) and "tail" (hydrophobic part). The tail consists of a long hydrocarbon chain, while the heads of positive, negative or neutral groups. Surfactants are classified as cationic, anionic, nonionic surfactants and amphoteric. Heads of anionic surfactants are formed of negatively charged groups such as carboxylate ion ($-\text{COO}^-$), a sulfonate ion ($-\text{SO}_3^-$), sulphate ion ($-\text{OSO}_3^{2-}$). Anionic surfactants are high-foaming active ingredients, are well dispersed in water and are an integral part of powder detergents as well as detergents for dishwashing. Anionic surfactants can be analyzed by titration method, by using spectrophotometric methods, chromatographic methods and by flow injection analysis. Titration methods are based on the creation of ion associates between anionic surfactants and cationic titrant. Two-phase titration is the reference method for the determination of anionic surfactants. It includes a visual titration with Hyamin 1622, a cationic titrant (concentration 4.16×10^{-3} mol / L) with a mixed indicator solution. A standardization of Hyamin 1622 was done by using a standard solution of sodium dodecyl sulfate (NaDDS), concentration of 4×10^{-3} mol / L. After standardization titrations were performed in real patterns that by the declaration contains less than 5 %, 5 – 15 % and 15 – 30 % of anionic surfactant.

Keywords: surfactants, anionic surfactants, visual titration, a two-phase titration, titration of anionic surfactants.

Sadržaj

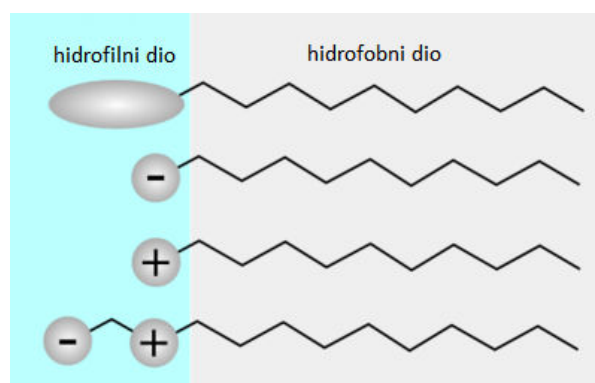
1. Uvod	1
1.1. Tenzidi	1
1.2. Anionski tenzidi	3
1.2.1. Analiza anionskih tenzida	4
1.2.1.1. Titracija u dvije faze	5
2. Eksperimentalni dio	7
2.1. Reagensi	7
2.2. Aparatura	7
2.3. Postupak	8
2.3.1. Titracija u dvije faze	8
2.3.1.1. Standardizacija otopine Hyamina 1622	8
2.3.1.2. Titracija realnog uzorka:	9
2.3.2. Potenciometrijska titracija	10
2.4. Rezultati i rasprava	10
2.4.1. Standardizacija otopine Hyamine 1622	10
2.4.2. Određivanje sadržaja anionskih tenzida u realnim uzorcima titracijom u dvije faze	11
2.4.3. Usporedba rezultata titracije u dvije faze i potenciometrijske titracije	13
3. Zaključak	14
4. Literatura	15

1. Uvod

1.1. Tenzidi

Tenzidi ili površinski aktivne tvari su organske molekule koje se sastoje od dva dijela: repa i glave. Rep je dugačak ugljikovodični lanac, nepolaran i orijentira se od vode. Glava je polarna, nabijena ili nenabijena skupina koja se orijentira prema vodi pri slaganju tenzida u specifične strukture (slika 1).

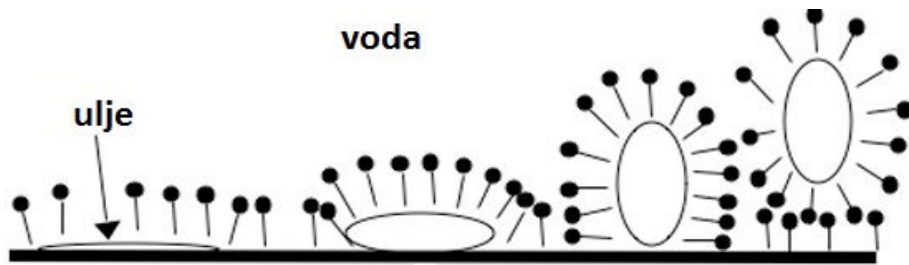
Građa molekula tenzida ukazuje na njihovo ponašanje u vodenim otopinama. Ovisno o okruženju u kojem se nalaze, tenzidi se mogu adsorbirati na površine između dviju faza (polarno/nepolarno) ili se mogu samostalno udruživati u specifične strukture [1].



Slika 1: shematski prikaz molekule tenzida

Izvor: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d1/TensideHyrophilHydrophob.png/400px-TensideHyrophilHydrophob.png> (22.9.2014.)

Kod adsorpcije tenzidi se skupljaju na površini između dviju faza gdje se orijentiraju tako da je glava okrenuta prema polarnoj fazi, a rep prema nepolarnoj fazi (slika 2), što dovodi do pojave novih makroskopskih svojstava (pjenjenje, emulgiranje i sl.). Ovo svojstvo tenzida koristi se kod deterdženata koji služe za pranje tkanina, posuđa i sl. Molekule tenzida okružuju nakupine nečistoća i masnoće orijentirajući se kao što je gore opisano [2].



Slika 2: Prikaz adsorpcije i orijentacije tenzida između dvije faze

Izvor: <http://www.aboutcleaningproducts.com/wp-content/uploads/2012/08/Soil.jpg> (22.9.2014.)

Drugo svojstvo koje se javlja kod tenzida uključuje njihovo samostalno udruživanje, uzrokovano prelaskom tzv. kritične koncentracije za stvaranje micela, CMC (*eng. Critical micelle concentraion*). Do CMC tenzidi se u otopini nalaze kao samostalni monomeri, a prelaskom CMC dolazi do njihovog samoudruživanja. Samoudruživanje uzrokuje stvaranje struktura kao što su micelle, dvosloji ili tekući kristali. Nakon CMC micelle i monomeri se nalaze u međusobnoj ravnoteži [2].

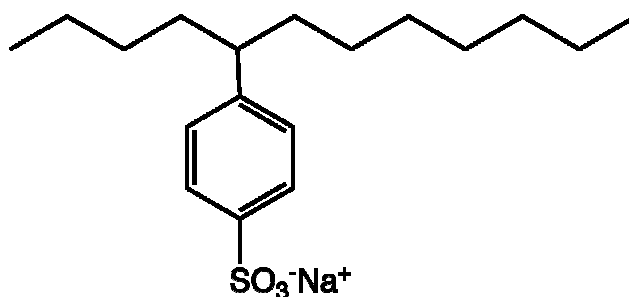
Prema elektrokemijskom ponašanju hidrofilnih skupina u molekuli tenzida, tenzide možemo podijeliti na [3]:

- kationski tenzidi- disocijacijom u vodi daju pozitivno nabijene organske ione
- anionski tenzidi- disocijacijom u vodi daju negativno nabijene organske ione
- neionski tenzidi- u vodi ne disociraju, a topljivost im potječe od skupina koje imaju visoki afinitet prema vodi
- amfolitski tenzidi- mogu sadržavati jednu ili više funkcionalnih skupina koje ovisno o sredini vodene otopine mogu disocirati tako da daju osobine anionskih ili kationskih tenzida.

1.2. Anionski tenzidi

Anonski tenzidi disocijacijom u vodenoj otopini daju organske anione koji djeluju kao površinski aktivne tvari, smanjujući napetost površine. Anionski tenzidi imaju široku primjenu u kućanstvu, sastavni su dio praškastih i tekućih deterdženata. Najzastupljenija skupina anionskih tenzida su alkilbenzensulfonati (ABS) koji se najčešće koriste u praškastim deterdžentima.

U 2012. godini vrijednost svjetske proizvodnje tenzida iznosila je 27 040 milijuna dolara, dok se porast od 6,18 % očekuje do 2017. godine [4].



Slika 3: Natrijev dodecilbenzensulfonat (NaDBS)

Izvor: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Sodium_dodecylbenzenesulfonate.png (22.9.2014.)

Anionske tenzide možemo podijeliti na sapune, alkilbenzensulfonate, alkansulfonate, alkilsulfate i alkilestersulfate. Sapuni su po kemijskom sastavu soli karboksilnih kiselina koje nastaju hidrolitičkim cijepanjem estera viših masnih kiselina i alkohola (glicerola) u procesu koji se naziva saponifikacija. Za razliku od nekih sintetskih tenzida, sapuni su biorazgradivi, no nedostatak je što se talože.

Alkilbenzensulfonate (ABS) karakterizira razgranati ugljikovodični lanac. Ova skupina anionskih tenzida najviše se koristi za pripremu praškastih deterdženata. Njihova je primjena u razvijenim zemljama ograničena jer se teško razgrađuju.

Za razliku od ABS, linearni alkilbenzensulfonati (kao što je NaDBS, slika 3) su dopušteni za upotrebu jer se lako i brzo razgrađuju te ne čine toliku opasnost za prirodne vodotoke. LAS imaju lanac od 10 - 13 C-atoma, a dobivaju se sulfoniranjem linearnih

alkil-benzena (najčešće je to dodecilbenzen, DB). Na tržištu se LAS pojavljuje kao natrijeva sol (- SO_3Na). U upotrebi su od šezdesetih godina prošlog stoljeća, a uvedeni su kao zamjena za ABS koji su uzrokovali pjenjenje rijeka zbog svoje slabe razgradivosti.

Treća skupina uključuje alkilsulfate i alkilestersulfate koji se dobivaju sulfoniranjem masnih, dugolančanih alkohola, najčešće lauril-alkohola ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OH}$) [3].

Svi anionski tenzidi su visoko-pjeneća sredstva i dolaze uz regulatore pjenjenja. Osjetljivi su na tvrdoću vode pa se u komercijalne pripravke s anionskim tenzidima dodaju i tvari koje smanjuju tvrdoću vode, tvari koje kompleksiraju ione Ca^{2+} i Mg^{2+} [2].

1.2.1. Analiza anionskih tenzida

Postoji nekoliko razvijenih metoda za određivanje anionskih tenzida:

- Titracijske metode

- Vizualne titracije
- Potenciometrijske titracije
- Turbidimetrijske metode

- Spektrofotometrijske metode

- Kromatografske metode

- Analitika s injektiranjem u protok (*engl. Flow injection analysis*).

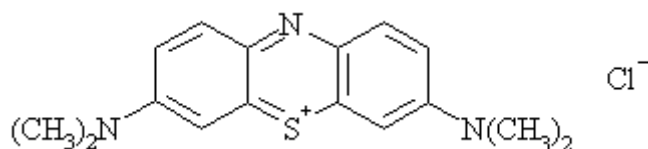
Sve metode za određivanje tenzida (osobito u komercijalnim proizvodima) koriste se za kvantitativno određivanje udjela anionskih tenzida.

Titracijske metode baziraju se na stvaranju ionskog asocijata između anionskog tenzida i kationskog titranta. Kod vizualnih titracija završna se točka utvrđuju vizualno, promjenom boje indikatora. Titracija u dvije faze je standardna metoda za određivanje anionskih tenzida, koristi se miješani indikator, a završna točka je dobro uočljiva. Nedostatak ove metode je korištenje kancerogenog otapala, kloroforma što povećava

trošak metode pri njegovom zbrinjavanju. Ova metoda nije dobra za obojene i mutne tekućine, završna točka je teško uočljiva.

Kod potenciometrijskih titracija, reakcija anionskog tenzida i kationskog titranta (kao što je cetilpiridinijev klorid, CPC) prati se promjenom potencijala elektrode.

Spektrofotometrijske metode baziraju se na reakciji anionskog tenzida i kationske boje kao što je metilensko plavo (*eng. Methylene blue – MB*) čija struktura je prikazana na slici 4. Tako je razvijena MBAS – metoda (*engl. MBAS – methylene blue active substances*). MBAS je standardna metoda za određivanje anionskih tenzida u otpadnim vodama. Analiza se provodi u UV/VIS području elektromagnetskog zračenja.



Slika 4: Metilensko plavo

Izvor: http://eskola.chem.pmf.hr/odgovori/o1020/metilen_plavo2.gif (22.9.2014.)

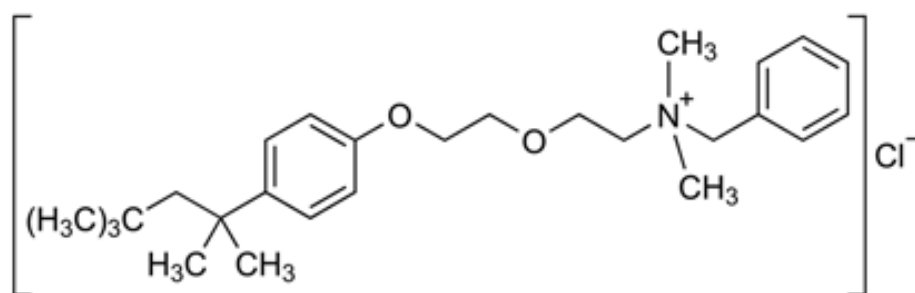
1.2.1.1. Titracija u dvije faze

Titracija u dvije faze ili dvofazna titracija izvodi se prema međunarodnom standardu (ISO 2271:1989) [6].

Titracija u dvije faze temelji se na stvaranju ionskog asocijata između anionskog tenzida i kationskog titranta prema reakciji:



Kationski titrant je benzetonijev klorid, poznat i pod komercijalnim nazivom Hyamine 1622, čija je struktura prikazana na slici 5. Hyamine 1622 koristi se uz miješani indikator (kisela otopina diimidijeva-bromida i kiselo plavo 1) s kojim daje uočljiv prijelaz u točki ekvivalencije.

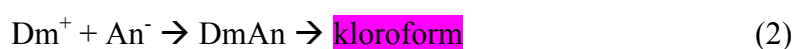


Slika 5: Molekula diizobutil-fenoksietoksi-etil-dimetil-benzil-amonijeva klorid (Hyamin 1622)

Izvor: https://www.medicinescomplete.com/mc/clarke/current/images/Clkbenzethonium_chlorideC001_default.png

(22.9.2014.)

Titracija u dvije faze, bazira na reakciji anionskog tenzida s kationskim dijelom miješanog indikatora - diimidijev-bromida (Dm^+Br^-) pri čemu se nastali ionski asocijat ekstrahira u kloroformski sloj. Kloroform se boji u ružičasto, a vodeni je sloj žut/zelen (jednadžba 2). Nakon toga dodaju se mali obroci kationskog titranta koji reagira s ostacima anionskog tenzida i također se ekstrahira u kloroformni sloj.



Daljnji dodaci kationskog titranta uzrokuju istiskivanje kationskog dijela indikatora iz asocijata s anionskim tenzidom pri čemu ružičasta boja iz kloroformskog sloja migrira u vodeni. Proces je prikazan jednadžbom 3:



Kada se sav indikator istisne iz kloroformskog sloja, on postaje neutralno sive boje, što predstavlja završnu točku titracije. Daljnjim dodavanjem kationskog titranta došlo bi do reakcija s anionskim dijelom indikatora te bi se nastala sol ekstrahirala u kloroformski sloj i obojila ga u plavo, to je znak da je završna točka premašena (jednadžba 4) [2].

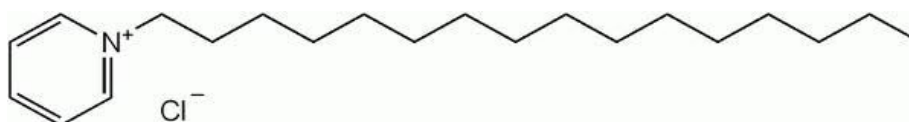


2. Eksperimentalni dio

2.1. Reagensi

Otopina NaDDS, koncentracije 4×10^{-3} mol/L upotrebljena je za standardizaciju kationskog titranta, Hyamine 1622 koncentracije $4,16 \times 10^{-3}$ mol/L upotrebljen je kao titant pri titraciji u dvije faze. Kloroform je upotrebljen za ekstrakciju, a kao indikator korišten je miješani indikator (kisela otopina diimidijevog-bromida i kiselo-plavo 1). Kao analiti korištene su otopine tri komercijalna deterdženta s različitim udjelom anionskih tenzida: praškasti i tekući deterdžent za pranje rublja te tekući deterdžent za pranje posuđa. Za podešavanje pH vrijednosti upotrebljene su otopine NaOH i HCl.

Cetilpiridinijev klorid (CPC, slika 6), koncentracije 4×10^{-3} mol/L upotrebljen je kao titrans pri potenciometrijskim titracijama anionskih tenzida. Za podešavanje pH vrijednosti otopina upotrebljena je otopina HCl $c = 1$ mol/L. Kao referentna elektroda korištena je Ag/AgCl elektroda i kao indikatorska ionsko- selektivna elektroda s tekućom membranom (DDA-TPB). Za pripremu ove membrane korišteni su senzorski materijali dimetildioktadecilamonijev klorid (DDA-Cl) i natrijev tetrafenilborat (Na-TPB). Kao plastifikator korišten je 2-nitrofenil oktil eter (*o*-NPOE), te je dodan polivinil klorid (PVC) kao polimerni matriks.



Slika 6. Cetilpiridinijev klorid (CPC)

Izvor: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/Cetylpyridinium_chloride.png (24.9.2014.)

2.2. Aparatura

Za titraciju u dvije faze korištene su trbušaste pipete volumena 10 mL, 15 mL i 25 mL, bireta volumena 50 mL i Erlenmeyerova tikvica s brušenim grlom i čepom volumena 100 mL. Za potenciometrijsku titraciju korišten je automatski univerzalni titrator (794 Basic Titrino) uz pripadajuću izmjenjivu jedinicu za doziranje (806 Exchange unit) i

magnetsku mješalicu (728 Stirer), staklena čaša i magnet za miješanje. Za upravljanje uređajem korišten je komercijalni program Tiamo 1.1. Sva aparatura korištena u eksperimentu je proizvodnje Metrohm, Švicarska.

2.3. Postupak

2.3.1. Titracija u dvije faze

2.3.1.1. Standardizacija otopine Hyamina 1622

U Erlenmeyerovu tikvicu odpipetirano je 25 mL otopine NaDDS, koncentracije 4×10^{-3} mol/L, 10 mL destilirane vode, 15 mL kloroforma te 10 mL miješanog indikatora. Sve je dobro izmučkano i ostavljeno da se faze odvoje (Slika 7).



Slika 7: Početak titracije kada su sve komponente izmučkane

Nakon odvajanja faza dodaje se otopina Hyamina 1622 u malim obrocima. Nakon svakog obroka tikvica se začepi i snažno promućka. Nakon svakog dodatka kationskog titranta, praćena je promjena boje donjeg (kloroformskog) sloja.

Kada je kloroformski sloj postao sivkasto-plav, titracija je prekinuta i zabilježen je volumen dodanog Hyamina 1622. Postupak je ponovljen još dva puta, a otpadne tekućine su pravilno zbrinuti u posebno za to označene boce.

2.3.1.2. Titracija realnog uzorka:

Kod titracije realnog uzorka, titriran je komercijalni anionski tenzid, s kationskim titrantom, Hyamin 1622.

U Erlenmeyerovu tikvicu odpipetirano je 25 mL uzorka, 10 mL destilirane vode, 15 mL kloroforma i 10 mL miješanog indikatora. Tikvica je začepljena i sadržaj je dobro promućkan nakon čega je ostavljen da se odvoje slojevi. Nakon odvajanja slojeva, dodan je prvi inkrement Hyamina 1622, tikvica je potom zatvorena i dobro promućkana, nakon čega je sadržaj ponovno ostavljen da se slojevi odvoje.



Slika 8: Sredina titracije kada je dodana određena količina Hyamina 1622

Odvajanjem slojeva praćena je promjena boje donjeg (kloroformskog) sloja. Kada je boja donjeg sloja prešla iz ružičaste (slika 8) u sivo-plavu (slika 9) titracija je prekinuta i zabilježen je volumen dodanog Hyamina 1622. Postupak je ponovljen tri puta za svaki realni uzorak.



Slika 9: Prikaz završne točke titracije

Nakon titracije otpadne su tekućine pravilno zbrinuti u posebno za to označene boce.

2.3.2. Potenciometrijska titracija

Određen volumen komercijalnog anionskog uzorka odpipetirano je u staklenu čašu, dodan je magnetič i namještene su elektrode. Magnetska mješalica je uključena i prema unaprijed odabranom programu dodani su mali obroci kationskog titranta (CPC $c = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$). Nakon završene titracije zabilježimo volumen utrošenog CPC.

2.4. Rezultati i rasprava

2.4.1. Standardizacija otopine Hyamine 1622

Standardizacija otopine Hyamin 1622 se provodi kako bi se odredila njezina točna koncentracija uz korištenje neke druge standardne otopine. U ovom slučaju kao standardna otopina korištena je otopina anionskog tenzida NaDDS, koncentracije $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

Nakon titracije NaDDS-a s Hyamine 1622, količine utrošenog Hyamine 1622 iznosile su:

$$\left. \begin{array}{l} V_1 (\text{Hy}) = 24,00 \text{ mL} \\ V_2 (\text{Hy}) = 24,00 \text{ mL} \\ V_3 (\text{Hy}) = 24,10 \text{ mL} \end{array} \right\} V_{\text{sr}} = 24,03 \text{ mL}$$

Pomoću dobivenih volumena dobivena je stvarna koncentracija Hyamina 1622 prema slijedećem izračunu:

$$c(\text{Hy}) = \frac{c(\text{NaDDS}) \cdot V(\text{NaDDS})}{V(\text{Hy})} \quad (5)$$

$$c(\text{Hy}) = \frac{4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 25 \text{ mL}}{24,03 \text{ mL}} = 4,16 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (6)$$

2.4.2. Određivanje sadržaja anionskih tenzida u realnim uzorcima titracijom u dvije faze

Kao realni uzorci korištene su otopine tekućeg deterdženta, praškastog deterdženta i tekućeg deterdženta za ručno pranje posuđa. Prema deklaraciji tekući deterdžent sadrži manje od 5 % anionskih tenzida, praškasti deterdžent sadrži od 5 - 15 % anionskih tenzida, a deterdžent za ručno pranje posuđa sadrži od 15 - 30 % anionskih tenzida.

Ovisno o sadržaju anionskih tenzida, uzorak se odvaži, razrijedi s destiliranom vodom, doda se par kapi fenolftaleina te NaOH ili HCl dok se ne dobije svijetlo ružičasta otopina.

Titracija realnog uzorka odrađena je na isti način kao i standardizacija Hyamine 1622. Količina utrošenog Hyamina 1622 za titraciju uzorka *tekućeg deterdženta* iznosila je:

$$\left. \begin{array}{l} V_1 (\text{Hy}) = 12,8 \text{ mL} \\ V_2 (\text{Hy}) = 12,9 \text{ mL} \\ V_3 (\text{Hy}) = 12,9 \text{ mL} \end{array} \right\} V_{\text{sr}} = 12,86 \text{ mL}$$

Račun:

$$\text{Sadržaj AS} = \frac{4 \cdot V(\text{Hy}) \text{ mL} \cdot c(\text{Hy}) \cdot M(\text{NaDBS})}{m(\text{g})} \quad (7)$$

Sadržaj anionskih tenzida u ovom uzorku:

$$\text{Sadržaj AS} = \frac{4 \cdot 12,86 \text{ mL} \cdot 4,16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 348,48 \text{ g mol}^{-1}}{30 \text{ g}} = 2,49 \% \quad (8)$$

Količina utrošenog Hyamina 1622 za titraciju uzorka *praškastog deterdženta* iznosila je:

$$\left. \begin{array}{l} V_1 (\text{Hy}) = 1,8 \text{ mL} \\ V_2 (\text{Hy}) = 1,9 \text{ mL} \\ V_3 (\text{Hy}) = 1,8 \text{ mL} \end{array} \right\} V_{\text{sr}} = 1,83 \text{ mL}$$

Račun:

$$\text{Sadržaj AS} = \frac{4 \cdot V(\text{Hy})\text{mL} \cdot c(\text{Hy}) \cdot M(\text{NaDBS})}{m(\text{g})} \quad (9)$$

Sadržaj anionskih tenzida u ovom uzorku:

$$\text{Sadržaj AS} = \frac{4 \cdot 1,83 \text{ mL} \cdot 4,16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 348,48 \text{ g mol}^{-1}}{2 \text{ g}} = 5,31 \% \quad (10)$$

Količina utrošenog Hyamina 1622 za titraciju uzorka *tekućeg deterdženta za ručno pranje posuđa* iznosila je:

$$\left. \begin{array}{l} V_1 (\text{Hy}) = 14,3 \text{ mL} \\ V_2 (\text{Hy}) = 14,1 \text{ mL} \\ V_3 (\text{Hy}) = 14,2 \text{ mL} \end{array} \right\} V_{\text{sr}} = 14,20 \text{ mL}$$

Račun:

$$\text{Sadržaj AS} = \frac{4 \cdot V(\text{Hy})\text{mL} \cdot c(\text{Hy}) \cdot M(\text{NaDBS})}{m(\text{g})} \quad (11)$$

Sadržaj anionskih tenzida u ovom uzorku:

$$\text{Sadržaj AS} = \frac{4 \cdot 14,20 \text{ mL} \cdot 4,16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 348,48 \text{ g mol}^{-1}}{5 \text{ g}} = 16,47 \% \quad (12)$$

2.4.3. Usporedba rezultata titracije u dvije faze i potenciometrijske titracije

U Tablici 1 prikazana je usporedba rezultata dobivenih potenciometrijskim titracijama i titracijom u dvije faze.

Tablica 1: Usporedba rezultata dobivenih potenciometrijskom titracijom komercijalnih anionskih tenzida s otopinom CPC ($c=4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$) i rezultata dobivenih standardnom metodom titracije u dvije faze.

Uzorak	Sadržaj anionskih tenzida (%)	
	Potenciometrijska titracija*	Titracija u dvije faze **
Tekući deterdžent	2,31 ± 0,04	2,49
Praškasti deterdžent	5,95 ± 0,03	5,31
Tekući deterdžent za ručno pranje posuđa	16,47 ± 0,01	16,47

*Broj mjerenja n = 5

** Broj mjerenja n = 3

Prema rezultatima koje vidimo u tablici 1, vrijednosti dobivene potenciometrijskim titracijama dobro se slažu s vrijednostima dobivenima titracijom u dvije faze.

3. Zaključak

Anionski tenzidi su široko rasprostranjeni u svakodnevnoj upotrebi. Koristimo ih u domaćinstvu i industrijama kao što je farmaceutska, kozmetička i sl. Anionski tenzidi nalaze se ponajviše u sredstvima za pranje pa ih tako praškasti deterdženti sadrže u količini od 5 - 15 %, u tekućim deterdžentima pojavljuju u količini manjoj od 5 %, a u tekućim deterdžentima za ručno pranje posuđa nalazimo ih u najvećem postotku (15 – 30 %). Zbog svoje široke upotrebe potrebno je znati što više o njihovoj kemiji te se u tu svrhu počela razvijati kemija tenzida. U početku se radilo na tome kako bi se proizveli sintetski tenzidi koji su biorazgradivi i ne utječu štetno na okoliš, floru i faunu voda.

Titracija u dvije faze je kvantitativna metoda, razvijena prije mnogo godina. No, bez obzira na „starost“ metode, ona se i danas upotrebljava kao standardna metoda u mnogim laboratorijima.

Pomoću titracije u dvije faze, uspješno je određen sadržaj anionskih tenzida u komercijalnim uzorcima te su dobiveni rezultati supoređeni rezultatima potenciometrijske titracije. Jedni i drugi podaci dobro su se slagali međusobno i s podacima navedenima na deklaracijama proizvoda.

4. Literatura

- [1] D. A. Skoog, F. J. Holler, *Osnove analitičke kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
- [2] M. Sak-Bosnar, *Odabrana poglavlja analitičke kemije*,
http://kemija.unios.hr/nastava/nastavni_materijali/odabrana_poglavlja_analiticke%20kemije/ODABRANA_POGLAVLJA_ANALITICKE_KEMIJE.ppt
- [3] S. Papić, *Površinski aktivne tvari ili tenzidi*, http://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/TENZIDI.pdf (21.9.2014.)
- [4] URL: <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/surfactants.asp> (1.2.2014.)
- [5] Zhi-ping Li, Milton J. Rosen, *Two-phase mixed indicator titration method for determination of anionic surfactants*, *Anal. Chem.*, 1981, 53 (9), pp 1516–1519
- [6] Površinske aktivne tvari-Deterđenti-Određivanje anionske aktivne tvari ručnom ili mehaničkom dvofaznom titracijom (ISO 2271:1989), Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo