

FİZİKA

UOT 541.182

CH₃COOH, NaCl, H₂O-dan İBARƏT İKİ VƏ ÜÇKOMPONENTLİ
SİSTEMLƏRİN SƏTH XASSƏLƏRİ HAQQINDAE.Ə.MƏSİMOV, K.M.BUDAQOV, Q.M.BAYRAMOV, Ş.Ş.ƏLƏKBƏROV
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ
masimovspektr@rambler.ru

Asetat turşusu – su və NaCl – su sistemlərinin də səthi gərilmə və səth enerjisinə konsentrasiyanın təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, asetat turşusu və NaCl suyun strukturunu və termodinamik halını dəyişdirir və məhlullarda adsorbsiya səth təbəqəsi yaradır ki, onun nəticəsində məhlulun səthi gərilmə əmsali müəyyən qanunauyğunluqla asetat turşusu – su halında azalır, NaCl – su məhlulu üçün isə artır. Asetat turşusunun – su və NaCl – su məhlulları üçün konsentrasiyasının müəyyən qiymətində adsorbsiya təbəqəsi dolmuş hala gəlir ki, bu da səthi gərilmənin sabit qalmasına səbəb olur.

Açar sözlər: səthi gərilmə, adsorbsiya təbəqəsi, asetat turşusu, izotonik məhlul.

Məlumdur ki, mayelərdə müstəvi səth təbəqəsi üçün səthi gərilmənin qiyməti ayrı-ayrı səthin vəziyyətindən asılı deyil. Səthi gərilmənin səthin yaranmasının xüsusi işi və ya sərbəst səthin xüsusi enerjisi kimi təyin olunur.

Səthi gərilməyə energetik və qüvvə nöqteyi-nəzərdən yanaşmaların vəhdəti onu göstərir ki, vahid səthin sərbəst səth enerjisi vahid uzunluğa aid olan qüvvəyə bərabərdir:

$$\sigma = P/2 l$$

Bu ifadə maye-qaz sərhədi üçün ciddi şəkildə ödənilir.

Məhlullarda qarşılıqlı təsiri müəyyən etməyin bir üsulu da onlarda səthi gərilmə əmsalının öyrənilməsidir. Çünki həcmdə gedən qarşılıqlı təsirlər məhlulun səth enerjisini, səth aktivliyini və səthi gərilmə əmsalını müəyyənləşdirir.

Asetat turşusu üzvi turşuların sadə forması olub, bitki və canlı orqanizmlərdəki yağların ayrılmaz hissəsini təşkil edir. Kiçik konsentrasiyalarda asetat turşusu qida və içki məhsullarında o cümlədən, meyvələrin yetişmə mərhələsində, metabolik proseslərdə iştirak edir. Asetat turşusu-su məhlulundan təbabətdə də geniş istifadə olunur. Digər tərəfdən orqanizmdəki qanın 0,5%-li NaCl - H₂O məhlulu orqanizmdəki qanın osmotik təzyiqinin kəsilməzliyini təmin edir. Bundan əlavə 0,9% -li NaCl-dan tibb sahəsində izotonik (fizioloji) və hipertonic məhlullar kimi istifadə olunur. Bu izotonik məhluldan dərman maddələrini həll etmək və orqanizmə daxil etmək üçün də geniş istifadə olunur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, asetat turşusu və NaCl-un suda məhlullarında praktikada, demək olar ki, həmişə üçqat məhlul şəklində istifadə olunur. O

səbəbdən də, bu iki maddənin suyun strukturuna və termodinamik halına necə təsir etdiyini tədqiq etmək aktual hesab olunur.

Qeyd edək ki, suyun strukturu dedikdə molekullarası hidrogen rabitələrinin sayı, paylanması, enerjisi, oriyentasiyası və s. nəzərdə tutulur.

İşdə asetat turşusu-su, NaCl-H₂O və CH₃COOH-H₂O-NaCl məhlullarının səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığı öyrənilmişdir. Səthi gərilmə əmsalının (σ) ölçülməsi qabarcığın kapilyar təzyiqinin maksimal qiymətini təyin etmək metodu ilə aparılmışdır. Belə ki, sferik formada olan kapilyarın en kəsiyində yaranan maksimal təzyiq kapilyarın r_0 radiusu ilə müəyyən olunur:

$$p_{\sigma} = \frac{2\sigma}{r_0}$$

Bu metod nisbi metod olduğundan tədqiq olunan məhlulun səthi gərilmə əmsalı onun kapilyarda yaratdığı maksimal təzyiqin (p) etalon mayenin yaratdığı maksimal təzyiqə (p_{et}) olan nisbətindən, başqa sözlə hər iki mayenin maksimal manometrik qalxma hündürlükləri nisbətindən (h/h_c) təyin olunur:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot \frac{h}{h_{et}}$$

Burada, σ_0 – etalon mayenin səthi gərilmə əmsalıdır. Etalon maye kimi ikiqat bidistillə olunmuş su götürülmüşdür.

Gibbs tənliyinə əsasən həll olan maddənin həlledicinin səthi gərilməsinin dəyişməsi qabiliyyəti adsorbsiyanın qiymətindən və işarəsindən asılıdır:

$$\Gamma = -c/RTd\sigma/dc \quad (1)$$

Sistemə daxil edilmiş maddə əgər səthi gərilmə əmsalını azaldırsa ($d\sigma/dc < 0$) və $\Gamma > 0$ olar. Onda belə maddəyə səthi aktiv maddə deyilir. Əksinə səthi gərilmə əmsalını σ -ni artırırsa ona inaktiv maddə deyilir.

Səthi aktiv maddələrin sulu məhlulları üçün səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılılığı Şişkovski tənliyi ilə ifadə olunur:

$$\sigma = \sigma_0 - b \ln(1+Ac) \quad (2)$$

Burada, b və A sabitlərdir. b - bütün homoloji sıra üçün sabit qalır. A -isə hər bir növbəti homoloqa keçdikcə 3÷3,5 dəfə artır. σ_0 –isə təmiz həlledici üçün səthi gərilmə əmsalıdır.

Çox yaxşı həll olan məhlullar üçün Şişkovski tənliyində səthi gərilmənin konsentrasiyadan asılılığı xətti xarakterə yaxın olur:

$$\sigma \approx \sigma_0 - Abc; \quad -\Delta\sigma \approx Abc; \quad \eta \approx Abc.$$

Burada, $\eta = -\sigma_0 - \sigma$ adsorbsiya təbəqəsinin səthi təzyiqidir.

$\Gamma = \lim_{c \rightarrow 0} (-d\sigma/dc) = Ab$ olduqda bu qiymət səthi aktivlik adlanır.

Yüksək konsentrasiyalar oblastında ($c \gg 1/A$) səthi gərilmə əmsalı konsentrasiyanın loqarifması ilə xətti asılı olur:

$$-\Delta\sigma \approx b \cdot \ln A c = B + b \ln c \quad (3)$$

Burada, $B = b \ln A$ olur.

(3) tənliyini (1) ilə müqayisə etsək Şişkovski tənliyindəki empirik sabitlərin fiziki mənasını aydınlaşdırmaq olar. $\Gamma = \Gamma_{\max} = \text{const}$ olması onu göstərir ki, adsorbsiya təbəqəsi tam doymuşdur.

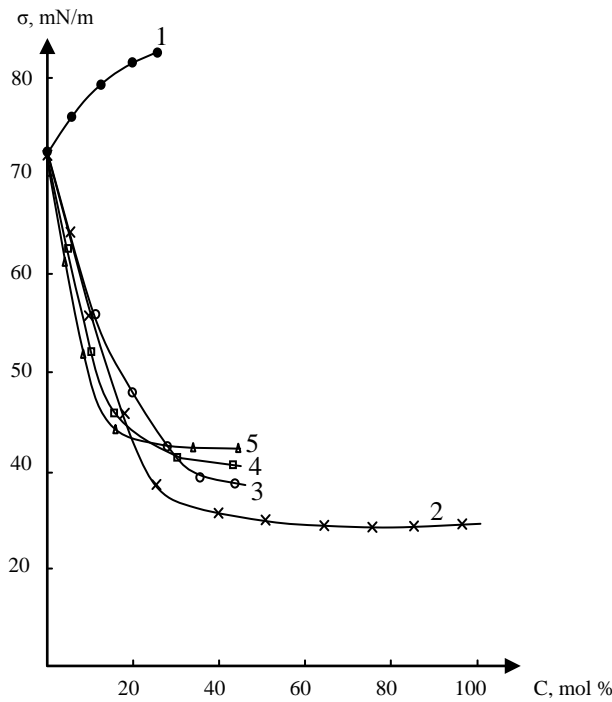
Gibbs tənliyinin inteqrallanması aşağıdakı tənliyi verir:

$$\sigma_0 - \sigma = \text{const} + RT\Gamma_{\max} \ln c \quad (4)$$

Buradan da (4) tənliyini (3) tənliyi ilə müqayisə etsək, $b = RT\Gamma_{\max} = \text{const}$ alarıq.

Qeyd etmək lazımdır ki, $c \rightarrow 0$ olduğu halda $A = (1/\Gamma_{\max})d\Gamma/dc$ sabiti adsorbsiya aktivliyi adlanır.

Şəkil 1-də NaCl-su (1 əyrisi) asetat turşusu - su (2 əyrisi) və asetat turşusu - su - NaCl məhlulları (3, 4 və 5 əyriləri) üçün 20°C-də səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir.



Şəkil 1. Səthi gərilmənin komponentlərin konsentrasiyasından asılılığı.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi NaCl-un konsentrasiyasının artması ilə səthi gərilmə əmsalı da artır. Bu iki mühit arasındakı səthə adsorbsiya olmuş NaCl suya nisbətən özünü inaktiv maddə aparması ilə əlaqədardır. Doğrudan da dissosiasiya nəticəsində əmələ gələn Na^+ və Cl^- ionlarının H_2O molekulları ilə qarşılıqlı təsirləri su molekulları arasındakı qarşılıqlı təsirlərdən daha böyük olduğuna görə və həmçinin buna Na^+ və Cl^- ionları arasındakı kulon qarşılıqlı təsir qüvvəsini də əlavə etsək, onda məhlulun səthində Na^+ və Cl^- ionlarının sayı azalar. Bu səbəbdən də səthi gərilmə əmsalının artması baş verir.

Şəkil 1-dəki (2)-əyrisində asetat turşusu – su məhlulu üçün səthi gərilmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığı verilmişdir. Göründüyü kimi asetat turşusu – su sistemində əvvəlcə σ asetat turşusunun konsentrasiyasından (~40%-ə qədər) asılı olaraq kəskin (xətti asılılığa yaxın) azalır. Konsentrasiyanın sonrakı artımı zamanı isə $\sigma(c)$ asılılığı loqarifmik şəkil alır. Asetat turşusu-su məhlulunda $\sigma(c)$ asılılığının belə xarakterə malik olmasını, həmin məhlulda adsorbsiya prosesinin getməsi və asetat turşunun özünü suya nisbətən səthi aktiv maddə kimi aparması ilə izah etmək olar. Belə ki, səthdə yerləşən asetat turşusu molekulları həcmdə yerləşən su molekulları tərəfindən zəif cəzb olunur. Çünki, su-su molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi su–asetat turşusu molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsindən böyükdür. Ona görə də səth təbəqəsinə düşən asetat turşusu molekulları həcmdəki suyun strukturu tərəfindən səthə tərəf sıxışdırılır və səthi doldurur. Bu səbəbdən də səthi gərilmə əmsalı müəyyən bir qiymət aldıqdan sonra sabit qalır. Konsentrasiyanın müəyyən qiymətində σ -nin sabit qalması adsorbsiya səth təbəqəsinin dolması deməkdir. Məhlul üçün sərbəst səth enerjisinin azalması səth təbəqəsinin ölçülərini bir molekulun ölçüləri həddinə qədər azalda bilər. Yəni bu zaman monomolekulyar təbəqə yaranır.

Məlum olduğu kimi səthi aktiv maddələrdə adsorbsiya prosesi məhlullarda səthi gərilmənin azalması hesabına, səth enerjisini azaldan və sistemi dayanıqlı tarazlıq halına çevirən və öz-özünə gedən bir prosesdir. Asetat turşusu, molekulları difil quruluşa malik olan üzvü birləşmələr kimi (yəni molekulları eyni zamanda həm hidrofil, həm də hidrofob qruplarını özündə birləşdirən) səthi aktiv maddələrə aiddir. Asetat turşusu-su məhlulu halında da iki faza sərhədində adsorbsiya olunaraq yığılan maddənin miqdarı, sərhədə yığılmış maddə artıqlığı ilə (yəni asetat turşusu molekulları ilə) təyin olunur. Şəkil 1-dəki 3, 4 və 5-əyriyələri NaCl-un konsentrasiyasının müxtəlif qiymətlərinə uyğun üçkomponentli məhlulların (5% NaCl - 3 əyrisi; 10% NaCl - 4 əyrisi; 25% NaCl-5 əyrisi) σ -dan asılılıqlarını göstərir. Göründüyü kimi, NaCl-un konsentrasiyası artdıqca, həm adsorbsiya təbəqəsinin doyması prosesi sürətlənmiş, həm də səthi gərilmə əmsalı artmışdır. Bu fakt onunla izah olunur ki, dissosiasiya prosesi nəticəsində yaranan Na^+ ionları asetat turşusunun molekulları ilə qarşılıqlı təsirdə olurlar. Bir sözlə adsorbsiya təbəqəsində asetat turşusu molekullarının sərbəst halda olan miqdarı azalmış olur. Bu səbəbdən də səthi gərilmə əmsalı artır. NaCl-un konsentrasiyasının artması ilə tədqiq edilən üçkomponentli sistemdə σ -nin böyük qiymətlərə tərəf sürüşməsi bu mülahizələri təsdiq edir.

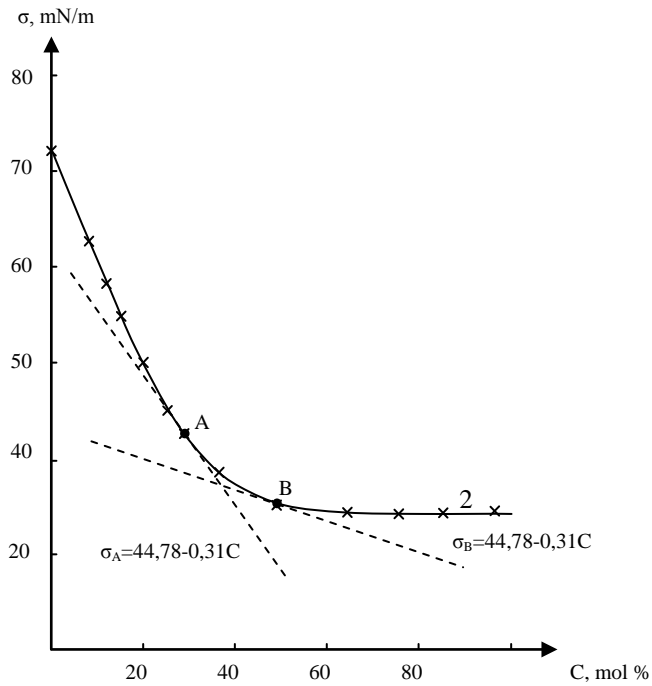
Şəkil 2-də asetat turşusu – su məhlulu üçün $\sigma(c)$ asılılığından A və B nöqtələrində adsorbsiya olunmuş maddə miqdarının təyin edilməsi göstərilmişdir.

Təqribi hesablaşma metodu ilə asetat-su məhlulu üçün σ -nın C-dən asılılıq qrafikində A və B nöqtələrində bu əyriyə toxunanların tənlikləri tapılmışdır. Bu

tənliklərdən A və B nöqtələri üçün $tg\alpha = \frac{d\sigma}{dC}$ ifadəsindən $tg\alpha_A=0,97$, $tg\alpha_B=0,31$

tapılmışdır. Tapılmış bu qiymətləri $Q = \frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}$ ifadəsində nəzərə alsaq, $\Gamma_A=0,001$

mol/m^2 , $\Gamma_B=0,00125 \text{ mol/m}^2$ olar.



Şəkl. 2. Asetat turşusu – su məhlulu üçün $\sigma(c)$ asılılığından adsorbsiya olunmuş maddə miqdarının təyin edilməsi.

Beləliklə, alınan nəticələr göstərir ki, xörək duzunun və asetat turşusunun suyun strukturuna təsiri rəqabət xarakterli olması səthi gərilmə əmsalinin tədqiqi zamanı özünü büruzə verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Волков В.И., Кадышева С.С., Белаш А.А. Методы исследования определенных физико-химических свойств жидкостей. Известия Алтайского ГУ, Физика, 2004, №1, (31), с.93-96.
2. Хайдаров Г.Г. Вывод теоретической зависимости поверхностного натяжения от температуры из теории распаковки молекул. Журнал “Диалоги о науке”. 2011, №2, с.33-38.
3. Остроумов С.А., Лазарева Е.В. Поверхностное натяжение водных растворов додецилсульфата натрия в присутствии водных растений. Вода. Технология и экология. 2008, №3, с.57-60.
4. Məsimov E.Ə., Budaqov K.M., Bayramov Q.M., Ələkbərov Ş.Ş. Aqar – su məhlullarının səthi gərilməsinə temperaturun və konsentrasiyanın təsiri. Bakı Universitetinin Xəbərləri, 2011, №3, s.133-138.

О ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВАХ ДВУХ И ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ СОСТОЯЩИХ ИЗ CH_3COOH , NaCl И H_2O

Э.А.МАСИМОВ, К.М.БУДАГОВ, Г.М.БАЙРАМОВ, Ш.Ш.АЛЕКПЕРОВ

РЕЗЮМЕ

Изучено влияние концентрации компонентов на поверхностное натяжение и поверхностную энергию в системах уксусная кислота - вода и NaCl - вода. Установлено, что уксусная кислота и NaCl изменяет структуру и термодинамическое состояние растворов, создает адсорбционный слой, в результате чего поверхностное натяжение в растворе уксусная кислота – вода уменьшается, в растворе NaCl - вода увеличивается. При определенном значении концентрации NaCl и уксусной кислоты адсорбционный слой насыщается, что приводит к постоянству поверхностного натяжения.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, адсорбционный слой, уксусная кислота, изотонический раствор.

ON THE SURFACE PROPERTIES OF TWO and TREE COMPONENT SYSTEMS CONSISTING OF CH_3COOH , NaCl and H_2O

E.A.MASIMOV, K.M.BUDAGOV, G.M.BAYRAMOV, Sh.Sh.ALAKBAROV

SUMMARY

The influence of concentration and temperature on acetate acid - water and NaCl -water systems and surface energy and surface tension has been studied. It was determined that the acetate acid and NaCl change the structure and thermodynamic state of water and form the adsorbing surface layer in the solution in the form of surfactant. As a result, the surface tension of the solution decreases in the case of acetate acid and increases in the case of NaCl . The adsorption layer of acetate acid in some value of concentration is filled too much and it causes the surface tension to remain stable.

Key words: surface tension, adsorbing surface, acetate acid, isotonic solution.

Redaksiyaya daxil oldu: 12.02.2012-ci il.

Çapa imzalandı: 08.05.2012-ci il.