

## KCl, KBr və KI DUZLARININ SULU MƏHLULLARINDA STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİ

E.Ə. MƏSİMOV, B.G. PAŞAYEV

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi  
Z. Xəlilov küç., 23, Bakı, Azərbaycan, AZ-1048  
E-mail: p.g.bakhtiyar@gmail.com

İşdə KCl, KBr və KI duzlarının sulu məhlullarının 283,15-333,15 K temperatur və 0-0.07 molyar hissə konsentrasiyası intervalında dinamik özlülüyü və sıxlığı ölçülmüşdür. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan sistemlərin baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında özlü axınının aktivləşmə parametrləri və məhlulda KCl, KBr və KI-in parsial molyar həcmli hesablanmış və bu parametrlərin konsentrasiyadan asılılıqları təhlil edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, hər üç duz konsentrasiyanın artması ilə mövcud struktura dağıdıcı təsir edir. Belə ki, KI duzu KBr-ə, KBr duzu isə KCl-ə nisbətən mövcud struktura daha çox dağıdıcı təsir edir.

**Açar sözlər:** KCl, KBr, KI, özlü axınının aktivləşmə parametrləri, parsial molyar həcm.

**UOT:** 541.8, 539.199

**PACS:** 77.22.Ej, 64.75.Bc, 31.70.Dk, 61.20.Og.

Məlumdur ki, qeyri-üzvi duzları suda həll etdikdə onlar dissosiasiya nəticəsində müsbət və mənfi yüklü ionlara parçalanırlar. Buna səbəb suyun böyük dielektrik nüfuzluğuna malik olmasıdır. İonlar yüklü hissəciklər və su molekulları dipol quruluşuna malik olduğundan, məhlulda hidratlaşma prosesi baş verir. Buna görə, elektrolit məhlullarının strukturu təmiz suyun strukturundan fərqlənir. Qeyd edək ki, hidratlaşma prosesi müxtəlif ionların suyun strukturuna təsirlərinin ümumi fiziki mənzərəsini aydınlaşdırmağa imkan verir [1-9]. Belə ki, güclü hidratlaşan ionların yaxın ətrafında su molekullarının hərəkətinin intensivliyi azalır, zəif hidratlaşan ionların isə yaxın ətrafında su molekullarının hərəkətinin intensivliyi artır [2-4]. Lakin ionların suyun strukturuna təsirini araşdıranda, ionun güclü və zəif hidratlaşan olması ilə yanaşı, onun effektiv radiusuna da diqqət yetirmək lazımdır. Belə ki, ionun effektiv radiusunun böyük və ya kiçik olması bilavasitə hidratlaşma ədədi ilə əlaqədardır. Məlumdur ki, ionun effektiv radiusu ion elektrik keçiriciliyinin qiymətində özünü biruzə verir. Belə ki, verilmiş temperaturda eyni yükə malik effektiv radiusu böyük olan ionun məhlulda elektrik keçiriciliyi kiçik, effektiv radiusu kiçik olan ionun isə məhlulda elektrik keçiriciliyi böyük olur [10]. Bioloji sistemlərdə su mühim rol oynadığından sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərinin tədqiqi müasir fiziki-kimyada, biofizikada böyük əhəmiyyət kəsb edir.

KCl, KBr və KI duzlarını suda həll etdikdə bu duzlar uyğun olaraq  $K^+$  və  $Cl^-$ ,  $K^+$  və  $Br^-$ ,  $K^+$  və  $I^-$  ionlarına parçalanırlar. Canlı orqanizmdə  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionları mövcud olduğundan, bu ionlar burada gedən bioloji proseslərdə mühüm rol oynayırlar. KCl, KBr və KI duzlarının geniş tətbiq sahəsinin olmasına baxmayaraq, onların sulu məhlullarının özlü axın və həcmi xassələri az araşdırılmışdır. Elmi ədəbiyyatın təhlili göstərir ki, KCl, KBr və KI duzlarının sulu məhlullarında struktur xüsusiyyətlərinin araşdırılmasına və bu duzların suyun strukturuna təsirinin öyrənilməsinə ehtiyac var.

İşdə KCl, KBr və KI duzlarının sulu məhlullarının 283,15-333,15 K temperatur və 0-0.07 molyar hissə konsentrasiyası intervalında struktur xüsusiyyətləri viskozimetriya və piknometriya metodları ilə tədqiq olunmuşdur.

Baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında sulu məhlulların dinamik özlülüyü və sıxlığı ölçülmüşdür. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan məhlulların özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin ( $\Delta G_\eta^\ddagger$ ), özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının ( $\Delta H_\eta^\ddagger$ ), özlü axınının aktivləşmə entropiyasının ( $\Delta S_\eta^\ddagger$ ) və məhlulda KCl, KBr və KI-in parsial molyar həcmli ( $\tilde{V}$ ) konsentrasiyadan asılılıqları təhlil olunmuşdur.

### TƏCRÜBİ HİSSƏ.

**Tədqiqat obyektı və metodları.** Tədqiqat obyektı olaraq müxtəlif konsentrasiyalı KCl, KBr və KI duzlarının sulu məhlulları götürülmüşdür. İstifadə olunmuş KCl, KBr və KI kimyəvi saf maddələrdir. Məhlulların hazırlanmasında bidistillə edilmiş sudan istifadə olunmuşdur. İşdə özlülük kapilyar viskozimetrlə, sıxlıq isə piknometrlə ölçülmüşdür.

Mayələrin özlü axınının Frenkel və Eyrinq nəzəriyyələrinə [3,11,12] görə özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisi ( $\Delta G_\eta^\ddagger$ )

$$\Delta G_\eta^\ddagger = RT \ln \frac{\eta}{\eta_0} \quad (1)$$

ifadəsilə təyin olunur. Eyrinq nəzəriyyəsinə [3,11] görə

$$\eta_0 = \frac{N_A h \rho}{M} \quad (2)$$

olur. Burada  $R$ - universal qaz sabiti,  $N_A$  - Avoqadro ədədi,  $h$  - Plank sabitidir.  $M$  - məhlulun molyar kütləsi olub

$$M = \sum_{i=1}^N x_i M_i \quad (3)$$

ifadəsilə təyin olunur [3].  $x_i$  və  $M_i$  uyğun olaraq  $i$ -ci komponentin molyar hissəsi və molyar kütləsidir.  $T$  mütləq

temperaturunda mayenin dinamik özlülüyü ( $\eta$ ) və sıxlığı ( $\rho$ ) təcrübədə təyin olunur.

(1) ifadəsini termodinamikadan məlum olan [3]

$$\Delta G_{\eta}^{\ddagger} = \Delta H_{\eta}^{\ddagger} - T\Delta S_{\eta}^{\ddagger} \quad (4)$$

ifadəsində nəzərə alsaq və bütün hədləri  $T$  -yə bölsək, alarıq:

$$R \ln \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\Delta H_{\eta}^{\ddagger}}{T} - \Delta S_{\eta}^{\ddagger} \quad (5)$$

(5) ifadəsindən görünür ki, özlü axının aktivləşmə entalpiyası ( $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ )

$$\Delta H_{\eta}^{\ddagger} = R \frac{\partial \ln \frac{\eta}{\eta_0}}{\partial \left( \frac{1}{T} \right)} \quad (6)$$

olur [3]. (1) ifadəsindən  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  və (6) ifadəsindən  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  təyin edildikdən sonra, (4) ifadəsilə özlü axının aktivləşmə entropiyası ( $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ ) hesablanır.

Məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi ( $\tilde{V}$ )

$$\tilde{V} = V_m + (1-x) \left( \frac{\partial V_m}{\partial x} \right)_{p,T} \quad (7)$$

düsturu ilə təyin olunur [3]. Burada  $V_m$ - məhlulun molyar həcmi olub,

$$V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{\sum x_i M_i}{\rho} \quad (8)$$

düsturu ilə hesablanır.

### ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ.

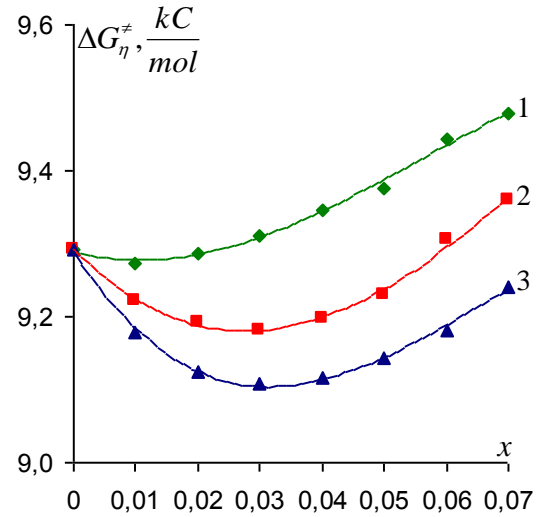
KCl, KBr və KI duzlarının sulu məhlullarının 293,15°K temperaturda özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin ( $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ ,  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ ,  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ ) və məhlulda KCl, KBr, KI - in parsial molyar həcmələrinin ( $\tilde{V}$ ) konsentrasiyadan ( $x$ ) asılılıqları 1-4 sayılı şəkillərdə göstərilmişdir.

Alınan nəticələri izah etmək üçün ionlarla su molekulları arasında mövcud olan elektrostatik qarşılıqlı təsir hesabına yaranan hidratlaşma prosesinə əsaslanacaq.

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, baxılan konsentrasiya intervalında hər üç duzun (KCl, KBr, KI) sulu məhlulu üçün götürülmüş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  əvvəlcə azalır, sonra isə artır. Bu azalma KCl üçün konsentrasiyanın  $x \approx 0,01$ , KBr və KI üçün isə  $x \approx 0,03$  qiymətində davam edir. Həmçinin verilmiş temperatur və konsentrasiya üçün

$$\Delta G_{\eta}^{\ddagger}(KCl) > \Delta G_{\eta}^{\ddagger}(KBr) > \Delta G_{\eta}^{\ddagger}(KI)$$

olur.



Şəkil 1. KCl, KBr və KI-in sulu məhlullarının özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin konsentrasiyadan asılılığı ( $T=293,15$  K).  
1- KCl, 2- KBr, 3- KI.

Frenkel və Eyrinq nəzəriyyələrinə [3,11,12] görə  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  1 mol sayda molekulun bağlı haldan aktiv hala keçməsinə sərf olunan enerjidir. Müsbət hidratlaşan ion sahəsində su molekulları bir-biri ilə təmiz suda olduğundan daha güclü, mənfi hidratlaşan ion sahəsində isə nisbətən zəif bağlı olur [3].  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  zəif hidratlaşan ionlar olduğlarından [3], bu ionların elektrik sahəsində su molekulları bir-biri ilə təmiz suda olduğuna nisbətən zəif bağlı olur. Odur ki, su molekullarının aktiv hala keçməsi uyğun ardıcılıqla asanlaşır. Güman edirik ki, bu səbəbdən də kiçik konsentrasiyalarda hər üç duzun ( $KCl$ ,  $KBr$ ,  $KI$ ) sulu məhlulu üçün konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  əvvəlcə azalır. Aydınır ki, tədqiq etdiyimiz məhlullarda su molekulları ilə yanaşı hidratlaşmış  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionları da aktiv hala keçəcəklər. Təbii ki, su molekullarına nisbətən hidratlaşmış ionların aktiv hala keçməsinə daha çox enerji sərf olunacaq. Konsentrasiyanın sonrakı artımı ilə  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ -nin artmasını aktiv hala keçən hidratlaşmış ionların sayının su molekulları ilə müqayisədə tədricən çoxalması ilə izah etmək olar.

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi, baxılan konsentrasiya intervalında hər üç duzun (KCl, KBr, KI) sulu məhlulu üçün götürülmüş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  azalır Həmçinin verilmiş temperatur və konsentrasiya üçün

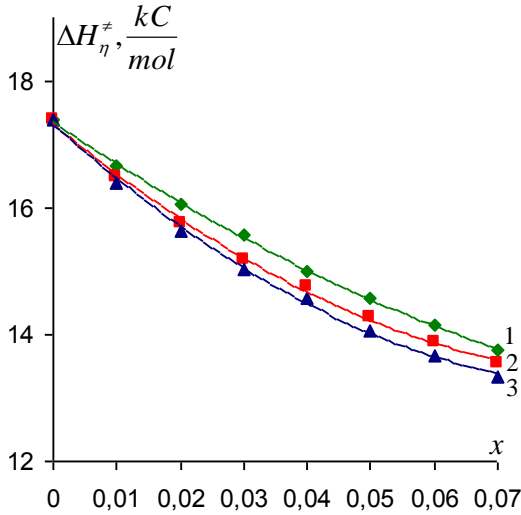
$$\Delta H_{\eta}^{\ddagger}(KCl) > \Delta H_{\eta}^{\ddagger}(KBr) > \Delta H_{\eta}^{\ddagger}(KI)$$

olur. Qeyd edək ki,  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  məhlulda yaranan dəyişmələri enerji baxımından xarakterizə edir [3,13]. Belə ki, konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ -in artması sistemin daha möhkəm struktura malik olmasını göstərir və əksinə. Qeyd etdiyimiz kimi, zəif hidratlaşan ionların yaxın ətrafında su molekullarının hərəkətinin intensivliyi artır.  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionları zəif hidratlaşan ionlardır

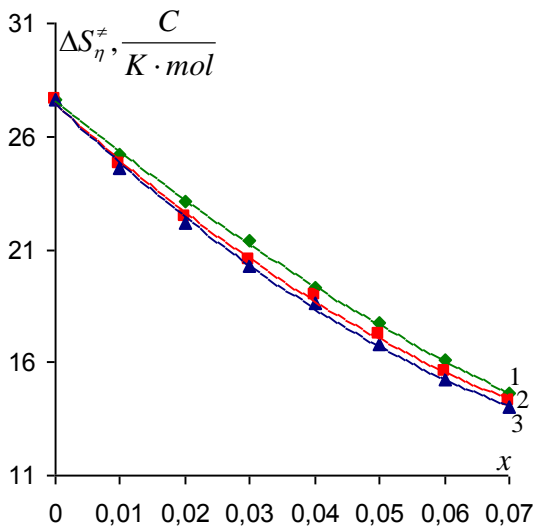
[3] və  $Cl^-$  ionu ilə müqayisədə  $Br^-$ ,  $Br^-$  ionu ilə müqayisədə isə  $I^-$  daha zəif hidratlaşır. Güman edirik ki, bu səbəbdən hər üç duzun (KCl, KBr, KI) sulu məhlulu üçün konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  azalır və

$$\Delta H_{\eta}^{\ddagger}(KCl) > \Delta H_{\eta}^{\ddagger}(KBr) > \Delta H_{\eta}^{\ddagger}(KI)$$

olur.



Şəkil 2. KCl, KBr və KI-in sulu məhlullarının özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının konsentrasiyadan asılılığı ( $T=293,15 K$ ). 1- KCl, 2- KBr, 3- KI.



Şəkil 3. KCl, KBr və KI-in sulu məhlullarının özlü axınının aktivləşmə entropiyasının konsentrasiyadan asılılığı ( $T=293,15 K$ ). 1-KCl, 2-KBr, 3-KI.

KCl, KBr və KI duzlarının sulu məhlullarında uyğun olaraq  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionlarının hidratlaşma prosesi baş verir ki, bu da suya nisbətən məhlulun fərqli strukturunun yaranmasına səbəb olur. Məhlulda yaranan struktur dəyişmələri  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  parametri ilə xarakterizə edilir.

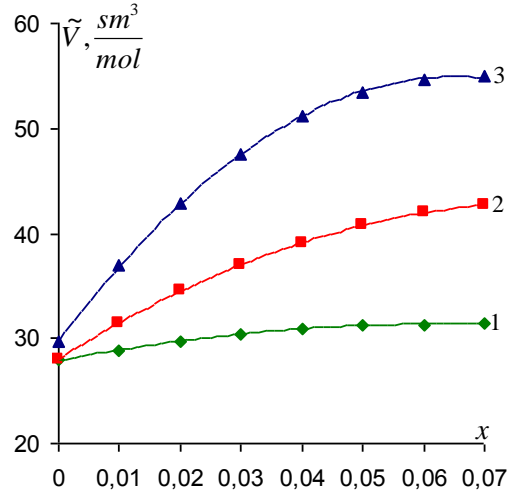
Belə ki, konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ -in artması sistemin daha strukturlaşmış hala, azalması isə nisbətən strukturu dağılmış hala keçməsinə göstərir [3,14-18]. Şəkil 3-dən görüldüyü kimi, baxılan konsentrasiya intervalında

hər üç duzun (KCl, KBr, KI) sulu məhlulu üçün götürülmüş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  azalır. Lakin KCl-lə müqayisədə KBr-in sulu məhlulu üçün, KBr-lə müqayisədə isə KI-in sulu məhlulu üçün konsentrasiyanın artması ilə  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  az fərqlə də olsa daha sürətlə azalır. Belə ki, verilmiş temperatur və konsentrasiya üçün

$$\Delta S_{\eta}^{\ddagger}(KCl) > \Delta S_{\eta}^{\ddagger}(KBr) > \Delta S_{\eta}^{\ddagger}(KI)$$

olur.

Konsentrasiyanın artması ilə hər üç duzun sulu məhlulu üçün  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ -in azalması bu duzların məhlulun strukturunu dağıtmasını göstərir. Qeyd edək ki, KBr duzunun suyun strukturuna dağıdıcı təsirini İQ spektroskopiyaya üsulu da təsdiq edir [17].  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}(KCl) > \Delta S_{\eta}^{\ddagger}(KBr) > \Delta S_{\eta}^{\ddagger}(KI)$  olması isə onu göstərir ki, KI duzu KBr-ə, KBr duzu isə KCl-ə nisbətən mövcud struktura daha güclü dağıdıcı təsir edir. Güman edirik ki,  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}(x)$  asılılığında müşahidə olunan qanunauyğunluqlar da  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}(x)$  və  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}(x)$  asılılıqlarında olduğu kimi  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionlarının zəif hidratlaşan ionlar olmaları ilə əlaqədardır. Qeyd edək ki, bir çox tədqiqatlarda göstərilir ki, ionlar suyun strukturuna Hofmeysterin liotrop sırasına uyğun ardıcılıqla təsir edirlər [3, 7, 9]. Göründüyü kimi, aldığımız nəticə Hofmeysterin liotrop sırasına uyğundur.



Şəkil 4. KCl, KBr və KI-in sulu məhlullarında KCl, KBr və KI-in parsial molyar həcmələrinin konsentrasiyadan asılılığı ( $T=293,15 K$ ). 1-KCl, 2-KBr, 3-KI.

Həll olan maddələri suda həll etdikdə məhlulun yeni strukturunu yaranır ki, bu da suya nisbətən məhlulun həcmi xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur. Məhlulun həcmi xassələrini xarakterizə edən parametrlərdən biri də komponentlərin parsial molyar həcmələridir. Məlumdur ki,  $i$ -ci komponentin parsial molyar həcmi verilmiş tərkibli sistemə həmin komponentdən 1mol əlavə etdikdə həcm dəyişməsinə bərabərdir [3,19,20]. Şəkil 4-dən görüldüyü kimi, baxılan konsentrasiya intervalında hər üç duzun (KCl, KBr, KI) sulu məhlulu üçün götürülmüş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə  $\tilde{V}$  artır, həmçinin verilmiş temperatur və konsentrasiya üçün

$$\tilde{V}(KCl) < \tilde{V}(KBr) < \tilde{V}(KI)$$

olur. Konsentrasiyasının artması ilə məhlulda duzların parsial molyar həcmnin artmasını məhlulun nisbətən strukturu dağılmış hala keçməsi ilə izah etmək olar. Suda olan hər bir ionun ətrafında elektrik sahəsi yaranır və bu sahənin intensivliyi məsafənin artması ilə kəskin azalır. Belə qeyri bircins sahədə su molekulları ionun ətrafında oriyentləşirlər. Nəticədə, ionun ətrafında su molekullarının tutduğu həcm su fazasında onların tutduğu həcmdən kiçik olur. Bu sıxlaşma effekti elektriksiya adlanır və bütün ionlar sulu məhlullarda elektriksiya yaradırlar. Aydınır ki, elektriksiya effekti ionun səthi yük sıxlığından asılıdır. Belə ki, böyük səthi yük sıxlığına malik kiçik ionların yaratdıqları elektriksiya effekti, kiçik səthi yük sıxlığına malik böyük ionların yaratdıqları elektriksiya effektinə nisbətən daha güclü olacaq.  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionlarının səthi yük sıxlıqları uyğun ardıcılıqla azaldığından, bu ionların yaxın ətrafında yaranan elektrik sahəsinin intensivliyi və məhlulda yaratdıqları elektriksiya effektləri də uyğun ardıcılıqla azalır.  $Cl^-$ ,  $Br^-$  və  $I^-$  ionlarının uyğun ardıcılıqla həm ölçüləri artdığı, həm də yaratdıqları elektriksiya effektləri azaldığı üçün məhlulda KCl-in parsial molyar həcmi KBr-ə, KBr-in parsial molyar həcmi isə KI-ə nisbətən kiçik olur.

- [1] Дж. Бернал, Р. Фаулер. Усп. физ. наук, 1934, т.14, с.586-644.
- [2] Вода в полимерах: Пер. с англ. (Под ред. с Роуланда). М.: Мир, 1984. с. 50-78.
- [3] E.Ə. Məsimov, H.Ş. Həsənov, B.G. Paşayev. Məyələrin özlülüyü. Bakı, "Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya", 2016. 285 s.
- [4] O.A. Самойлов. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. М., АН СССР, т.1957, с.76-182.
- [5] M. Chaplin. Water Structure and Behavior. <http://www.lsbu.ac.uk/water/chaplin.html>. South Bank University, London 2008, 576 p.
- [6] W.A.P. Luck. Structure of water and aqueous solutions. Verlag Chemie Physik Verlag, Weinheim, 1974, p.222-248.
- [7] W.A.P. Luck, D. Klein, K. Rangsrwatananon.. J. Mol. Struct., 1997, v.416, p.287-296.
- [8] W.A.P. Luck. J. Mol. Struct., 1998, v.448, p.131-142.
- [9] K.D.Collins, M.W. Washabaugh. The Hofmeister effect and the behaviour of water at interfaces. Quart. Rev. Biophys., 1985, v. 18, p. 323-422.
- [10] R. David. Lide. CRC Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press, 2005, p.5.1-5.127.
- [11] С. Глестон, К. Лейдлер, Г. Эйринг. Теория абсолютных скоростей. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. 600 с.
- [12] Я.И. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. Изд-во «Наука» Ленинградское отделение, Ленинград, 1975, с.221-235.
- [13] А.А. Тагер. Физикохимия полимеров. М.: Научный мир, 2007. 576 с.
- [14] Г.М. Дакар, Е.Ю. Кораблева. Журнал физ. химии, 1998, т.72, №4, с.662-666.
- [15] Г.М. Дакар. Журнал физ. химии, 2001, т.75, №4, с.656-660.
- [16] Э.А. Масимов, Г.Ш. Гасанов, Б.Г. Пашаев. Журнал физ. химии, 2013, том 87, № 6, с. 969-972.
- [17] Э.А. Масимов, Б.Г. Пашаев, Г.Ш. Гасанов, Н.Г. Гасанов. Журнал физ. химии, 2015, том 89, № 7, с. 1133-1137
- [18] Э.А. Масимов, Б.Г. Пашаев, Г.Ш. Гасанов. Журнал физ. химии, 2017, том 91, № 4, с. 644-647
- [19] E.Ə. Məsimov, H.Ş. Həsənov. Bioloji sistemlərin termodinamikası. Bakı, "Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya" 2007.418 s.
- [20] P. Atkins, De Paula J. Physical chemistry. Oxford University Press. 2006. 1067 p.

E.A. Masimov, B.G. Pashayev

## STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF KCl, KBr and KI WATER SOLUTIONS

The density and dynamic viscosity of KCl, KBr and KI water solutions have been measured in the temperature interval 283,15-333,15 K and for concentrations varied in the range of 0-0.07 (mol.part). Activation parameters of viscous flow (Gibbs energy, enthalpy and entropy) and partial molar volumes of KCl, KBr and KI in water solutions have been calculated on the basis of experimental data. It is established that these substances have a destructuring effect on the water structure. So the destructuring effect of KI is greater than KBr, KBr is greater than KCl.

Э.А. Масимов, Б.Г. Пашаев

## СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ KCl, KBr и KI

В работе измерены динамическая вязкость и плотность водных растворов KCl, KBr и KI в интервале температур 283,15-333,15 К и мольной доли 0-0.07. Вычислены активационные параметры вязкого течения (энергия Гиббса, энтальпия и энтропия) и парциальный молярный объем KCl, KBr и KI в растворе. Установлено, что эти вещества оказывают деструктурирующее действие на структуру воды. Так что деструктурирующее действие KI больше, чем KBr, KBr больше чем KCl.

Qəbul olunma tarixi: 22.10.2018