

UOT 541.8

SUYUN, AĞIR SUYUN VƏ İFRAT AĞIR SUYUN ÖZLÜ AXINININ
AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİ VƏ STRUKTUR TEMPERATURU

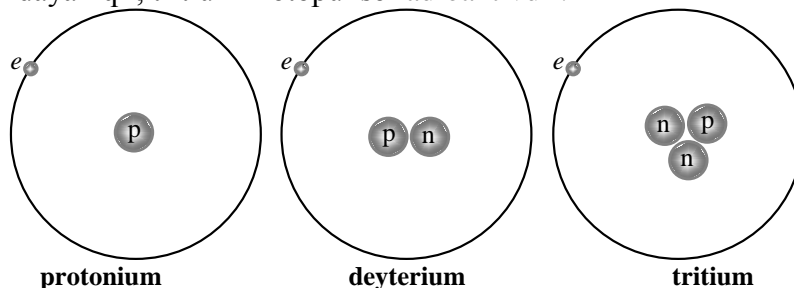
E.Ə.MƏSİMOV, B.G.PAŞAYEV, H.Ş.HƏSƏNOV

*Bakı Dövlət Universiteti**p.g.bakhtiyar@gmail.com*

İşdə adi suyun (H_2O), ağır suyun (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) normal atmosfer təzyiqində və 273.15-373.15 K temperatur intervalında özlü axınının aktivləşmə parametrləri və struktur temperaturu hesablanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, verilmiş temperaturda ağır su adi suya nisbətən, ifrat ağır su isə ağır suya nisbətən daha strukturlu halda olur.

Açar sözlər: su (H_2O), ağır su (D_2O), ifrat ağır su (T_2O), özlülük, özlü axınının aktivləşmə parametrləri, struktur temperaturu

Təbiətdə hidrogenin üç izotopu mövcuddur: protonium (1_1H və ya H), deyterium (2_1H və ya D) və tritium (3_1H və ya T) (şəkil 1) [1]. Bu izotoplardan ən yüngülü 1_1H , ən ağırı isə 3_1H izotopudur. Protonium və deyterium izotopları dayanıqlı, tritium izotopu isə radioaktivdir.



Şək. 1. Hidrogen atomunun izotopları

Təbiətdə oksigenin də üç izotopu mövcuddur: ${}^{16}_8O$, ${}^{17}_8O$ və ${}^{18}_8O$. Bu izotoplardan da ən yüngülü ${}^{16}_8O$, ən ağırı isə ${}^{18}_8O$ izotopudur. Protonium, deyterium və tritium ayrılıqda oksigen atomunun ${}^{16}_8O$ izotopu ilə birləşərək fiziki-kimyəvi xassələrinə görə bir-birindən fərqlənən üç növ su [2-9] əmələ gətirirlər (cədvəl 1): iki protonium və bir oksigen atomlarının birləşməsindən əmələ gələn *adi su* (H_2O), iki deyterium və bir oksigen atomlarının birləşməsindən

əmələ gələn ağır su (D_2O), iki tritium və bir oksigen atomlarının birləşməsindən əmələ gələn ifrat ağır su (T_2O) [1].

Cədvəl 1

Suyun (H_2O), ağır suyun (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) molyar kütlələri (M), normal atmosfer təzyiqində donma (t_{don}) və qaynama (t_{qay}) temperaturları, maksimal sıxlıqları (ρ_{max}) və maksimal sıxlığa uyğun ($t(\rho_{max})$) temperaturları

Kimyəvi formulu	$M, q/mol$	$t_{don}, ^\circ C$	$t_{qay}, ^\circ C$	$\rho_{max}, kq/m^3$	$t(\rho_{max}), ^\circ C$
H_2O	18,0153	0	100	999,975	3,984
D_2O	20,0276	3,82	101,42	1105,89	11,185
T_2O	22,0315	4,49	101,51	1215,02	13,4

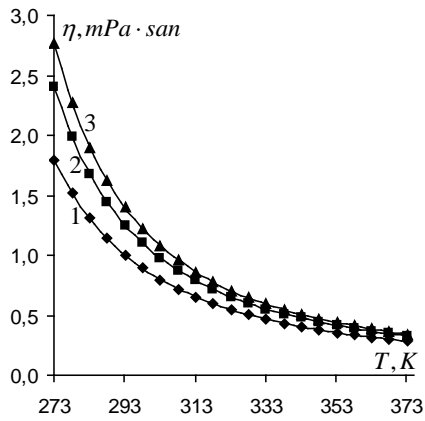
Təbiətdə canlı aləmin, o cümlədən insanın istifadə etdiyi su adi sudur (H_2O). Ağır su (D_2O) və “ifrat ağır” su (T_2O) canlı orqanizmlər üçün zərərli-dir. Ağır su bioloji prosesləri yavaşdır və canlı orqanizmə öldürücü təsir göstərir. Ağır suda mikroblar ölür, toxumlar inkişaf etmir. Ağır su ilə sulanan güllər solur. Tədqiqatlar göstərir ki, adi suyun tərkibində az miqdarda ağır su və olduqca az miqdarda ifrat ağır su olur. 1 ton çay suyunda təqribən 150 q, 1 ton okean suyunda isə təqribən 165 q ağır su olur. 1 ton göl suyunda olan ağır suyun miqdarı 1 ton çay suyunda olan ağır suyun miqdarından 15-20 q çoxdur. Ağır suyun molekul kütləsinin böyük olması və deuterium rabitəsinin nisbətən daha güclü olması hesabına buxarlanma prosesi zamanı ağır su az buxarlanır. Məhz bu səbəbdən göldə ağır suyun miqdarı artır. Bütün Yer hidrosferində ifrat ağır suyun (T_2O) miqdarı 20 kq-a yaxındır.

Beləliklə, təbiətdə fiziki-kimyəvi xassələrinə görə fərqlənən stabil üç növ su mövcuddur. Aydınır ki, bu suların fiziki-kimyəvi xassələrinin bir-birindən fərqlənməsi onların strukturları ilə əlaqədardır. İşdə məqsəd bu suların (H_2O , D_2O , T_2O) strukturlarını bir-biri ilə müqayisə etmək olmuşdur. Bu məqsədlə suyun (H_2O), ağır suyun (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) 273,15-373,15 K temperatur intervalında dinamik özlülüyünün və sıxlığının qiymətlərinə (cədvəl 2 [4-8]) əsasən özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisi (ΔG_η^\ddagger), özlü axınının aktivləşmə entalpiyası (ΔH_η^\ddagger), özlü axınının aktivləşmə entropiyası (ΔS_η^\ddagger), struktur temperaturu (T_0) təyin edilmiş və verilmiş temperaturda bu parametrlərin qiymətləri müqayisə olunaraq hər üç suda yaranan struktur xüsusiyyətləri təhlil olunmuşdur.

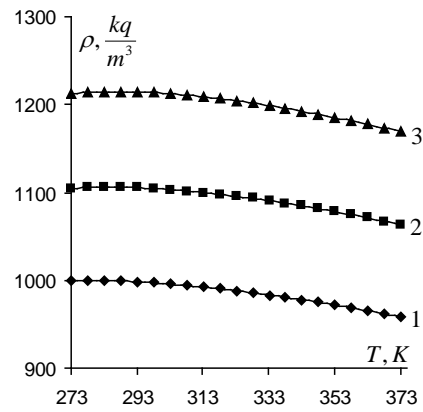
Suyun (H_2O), ağır suyun (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) 273,15-373,15 K temperatur intervalında dinamik özlülüyünün və sıxlığının temperaturdan asılılığı cədvəl 2-də [4-8] və şəkil 2, 3-də verilmişdir.

Suyun (H_2O), ağır suyun (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) normal atmosfer təzyiqində müxtəlif temperaturlarda dinamik özlülüyü və sıxlığı

T, K	$\eta, mPa \cdot san$			$\rho, kq/m^3$		
	H_2O	D_2O	T_2O	H_2O	D_2O	T_2O
273,15	1,7921	2,4000	2,770	999,843	1104,62	1212,5
278,15	1,5193	1,9880	2,270	999,967	1105,58	1214,2
283,15	1,3073	1,6790	1,900	999,703	1105,95	1214,8
288,15	1,1383	1,4400	1,620	999,103	1105,83	1215,0
293,15	1,0020	1,2510	1,400	998,207	1105,34	1214,6
298,15	0,8902	1,1000	1,220	997,048	1104,48	1213,7
303,15	0,7973	0,9759	1,080	995,650	1103,27	1212,5
308,15	0,7191	0,8733	0,957	994,035	1101,69	1210,9
313,15	0,6527	0,7872	0,859	992,219	1099,99	1209,0
318,15	0,5961	0,7143	0,776	990,216	1097,94	1206,8
323,15	0,5471	0,6519	0,706	988,039	1095,65	1204,4
328,15	0,5044	0,5981	0,645	985,698	1093,14	1201,8
333,15	0,4670	0,5513	0,592	983,202	1090,51	1198,8
338,15	0,4339	0,5104	0,547	980,558	1087,67	1195,5
343,15	0,4046	0,4744	0,506	977,773	1084,72	1192,3
348,15	0,3785	0,4425	0,471	974,852	1081,43	1188,7
353,15	0,3551	0,4141	0,440	971,801	1078,17	1185,1
358,15	0,3341	0,3887	0,412	968,623	1074,69	1181,4
363,15	0,3150	0,3658	0,386	965,322	1071,01	1177,4
368,15	0,2978	0,3452	0,364	961,902	1067,24	1173,2
373,15	0,2821	0,3266	0,343	958,365	1063,38	1169,0



Şək. 2. H_2O , D_2O və T_2O -nun dinamik özlülüyünün temperaturdan asılılığı.
1- H_2O , 2- D_2O , 3- T_2O



Şək. 3. H_2O , D_2O və T_2O -nun sıxlığının temperaturdan asılılığı.
1- H_2O , 2- D_2O , 3- T_2O

Cədvəl 2, şəkil 2 və şəkil 3-dən göründüyü kimi, verilmiş temperaturda ağır suyun (D_2O) adi suya (H_2O) nisbətən, ifrat ağır suyun (T_2O) isə ağır suya (D_2O) nisbətən həm dinamik özlülüyü, həm də sıxlığı böyükdür.

Özlü axının aktivləşmə parametrləri (ΔG_η^\ddagger , ΔH_η^\ddagger , ΔS_η^\ddagger) aşağıdakı ardıcılıqla hesablanmışdır:

Özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisinin (ΔG_η^\ddagger) hesablanması: Mayelərin özlü axınının Eyrinq nəzəriyyəsinə [10] görə dinamik özlülük (η) aşağıdakı kimi təyin olunur:

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

(1) ifadəsinə daxil olan η_0 parametri

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

ifadəsilə təyin olunur [10]. (1) və (2) ifadələrində η və ρ kəmiyyətləri uyğun olaraq T mütləq temperaturunda mayenin dinamik özlülüyü və sıxlığı, R - universal qaz sabiti, N_A -Avoqadro ədədi, h -Plank sabiti, M -mayenin molyar kütləsidir. Təcrübədə η -nın və ρ -nun temperaturdan asılılığı təyin olunur. Sonra, (1) ifadəsindən alınan

$$\Delta G_\eta^\ddagger = RT \ln \frac{\eta}{\eta_0} \quad (3)$$

ifadəsi ilə ΔG_η^\ddagger parametrinin temperaturdan asılılığı tapılır.

Özlü axının aktivləşmə entalpiyasının (ΔH_η^\ddagger) hesablanması: (3) ifadəsini termodinamikadan məlum olan

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

ifadəsində [11] nəzərə alsaq alarıq:

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

Qeyd edək ki, ΔH_η^\ddagger və ΔS_η^\ddagger parametrləri də temperaturdan asılıdırlar. Lakin sonsuz kiçik temperatur intervalında bu parametrlərin sabit qaldıqlarını qəbul etsək və (5) ifadəsinin hər iki tərəfindən $\frac{1}{T}$ -yə görə xüsusi törəmə alsaq

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

ifadəsini alırıq. (6) ifadəsinə daxil olan $\frac{\partial \ln \frac{\eta}{\eta_0}}{\partial \left(\frac{1}{T}\right)}$ xüsusi törəmə ədəddir. Hər bir

temperaturda bu ədədin qiymətini tapmaq üçün $\ln \frac{\eta}{\eta_0}$ -in $\frac{1}{T}$ -dən asılılıq qrafiki qurulur. Sonra alınan əyrini təsvir etmək üçün

$$\ln \frac{\eta}{\eta_0} = a_0 + a_1 \left(\frac{1}{T}\right) + a_2 \left(\frac{1}{T}\right)^2 + a_3 \left(\frac{1}{T}\right)^3 \quad (7)$$

funksiyası tapılır. Burada a_0 , a_1 , a_2 və a_3 temperaturdan asılı olmayan kəmiyyətlər olub riyazi optimallaşma üsulu ilə təyin edilir. (7)-ni (6)-da nəzərə alsaq ΔH_η^\ddagger -in temperaturdan asılılığını təyin etmək üçün

$$\Delta H_\eta^\ddagger = R \left(a_1 + 2a_2 \left(\frac{1}{T}\right) + 3a_3 \left(\frac{1}{T}\right)^2 \right) \quad (8)$$

ifadəsini alırıq.

Özlü axının aktivləşmə entropiyasının (ΔS_η^\ddagger) hesablanması: ΔG_η^\ddagger və ΔH_η^\ddagger -in temperaturdan asılılıqları tapıldıqdan sonra (4) düsturuna görə özlü axının aktivləşmə entropiyasının temperaturdan asılılığı

$$\Delta S_\eta^\ddagger = \frac{\Delta H_\eta^\ddagger - \Delta G_\eta^\ddagger}{T} \quad (9)$$

ifadəsilə [11] hesablanır.

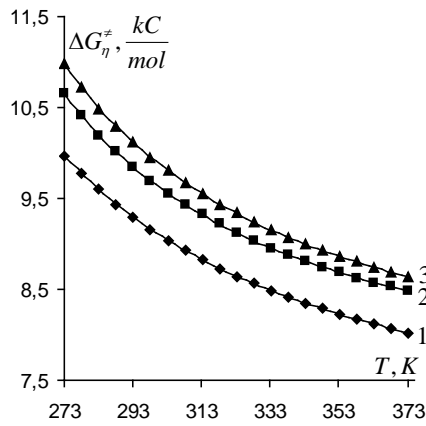
Qeyd edək ki, özlü axın prosesini xarakterizə edən aktivləşmə parametrləri 1 mol maye molekullarının aktiv (G_a, H_a, S_a) və başlanğıc haldakı (G_b, H_b, S_b) uyğun termodinamik parametrlərin fərqiə bərabərdir [12].

$$\begin{aligned} \Delta G_\eta^\ddagger &= G_a - G_b \\ \Delta H_\eta^\ddagger &= H_a - H_b \\ \Delta S_\eta^\ddagger &= S_a - S_b \end{aligned} \quad (10)$$

Qeyd edək ki, mayelərdə özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi (ΔG_η^\ddagger) verilmiş təzyiq və temperaturda 1 mol maye molekullarının axın halına keçməsinə sərf olunan enerjidir. Özlü axının aktivləşmə entalpiyası (ΔH_η^\ddagger) məhlulda yaranan dəyişmələri enerji baxımından xarakterizə edir [12, 13]. Belə ki, ΔH_η^\ddagger -in qiymətinin böyük olması sistemin daha möhkəm struktura malik olmasını göstərir. Özlü axının aktivləşmə entropiyası (ΔS_η^\ddagger) isə mayədə yaranan struktur

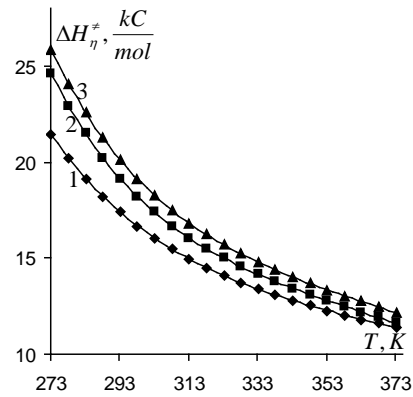
dəyişmələrini xarakterizə edir. Başlanğıc halda maye nə qədər strukturlu olarsa onda entropiya (S_b) bir o qədər kiçik olar və axın zamanı dəyişməsi ($S_a - S_b$) daha böyük olur və əksinə. Deməli, baxılan sistem üçün ΔS_η^\ddagger -in qiymətinin böyük olması sistemin daha strukturlaşmış halda olmasını göstərir [12].

Adi su (H_2O), ağır su (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin (ΔG_η^\ddagger , ΔH_η^\ddagger , ΔS_η^\ddagger) temperaturdan asılılıqları şəkil 4-6-da verilmişdir.



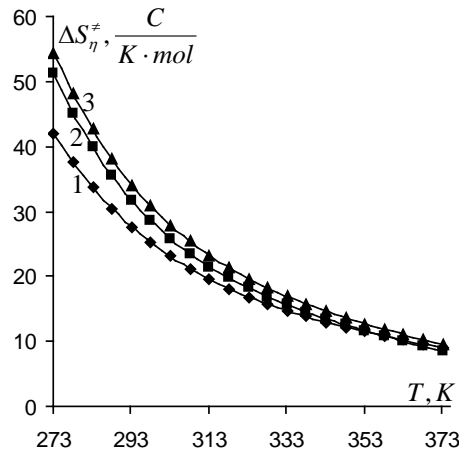
Şəkil 4. H_2O , D_2O və T_2O -nun özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin temperaturdan asılılığı.

1- H_2O , 2- D_2O , 3- T_2O



Şəkil 5. H_2O , D_2O və T_2O -nun özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının temperaturdan asılılığı.

1- H_2O , 2- D_2O , 3- T_2O



Şəkil 6. H_2O , D_2O və T_2O -nun özlü axınının aktivləşmə entropiyasının temperaturdan asılılığı.

1- H_2O , 2- D_2O , 3- T_2O

Şəkillərdən görüldüyü kimi, $\Delta G_{\eta}^{\#}$, $\Delta H_{\eta}^{\#}$ və $\Delta S_{\eta}^{\#}$ parametrləri temperaturun artması ilə azalır. Lakin götürülmüş ixtiyari temperaturda

$$\Delta G_{\eta}^{\#}(T_2O) > \Delta G_{\eta}^{\#}(D_2O) > \Delta G_{\eta}^{\#}(H_2O)$$

$$\Delta H_{\eta}^{\#}(T_2O) > \Delta H_{\eta}^{\#}(D_2O) > \Delta H_{\eta}^{\#}(H_2O)$$

$$\Delta S_{\eta}^{\#}(T_2O) > \Delta S_{\eta}^{\#}(D_2O) > \Delta S_{\eta}^{\#}(H_2O)$$

olur. Bu münasibətlər onu deməyə imkan verir ki, verilmiş temperaturda ağır su adi suya nisbətən, ifrat ağır su isə ağır suya nisbətən daha strukturlu halda olur.

Suda həllolan maddələrin suyun strukturuna təsirini müəyyənləşdirmək üçün struktur göstəricisi olaraq struktur temperaturu anlayışından da geniş istifadə olunur [13-19]. Bu anlayış ilk dəfə suda həllolan müxtəlif maddələrin suyun strukturuna təsirini müəyyənləşdirmək məqsədilə 1934-cü ildə Bernal və Fauler tərəfindən elmə daxil edilmişdir [14]. Sonralar bu anlayış 1980-ci ildən başlayaraq eyni məqsədlə Uberreyter tərəfindən istifadə olunmuşdur [16-19]. Uberreyterə görə struktur temperaturu aşağıdakı kimi təyin edilir.

Özlülüyn cədvəl 2-də verilən qiymətlərinə əsasən hər bir maddə üçün özlülüynün 273.15-373.15 K temperatur intervalında temperaturdan asılılıq qrafiki qurulur (şəkil 1). Sonra Vogel düsturundan [15]

$$\eta = \eta_0 \exp(B/(T - T_0)) \quad (11)$$

istifadə edərək riyazi optimallaşma üsulunun köməyiylə özlülüynün temperaturdan asılılığının təcrübi nöqtələrdən keçən nəzəri əyrisi qurulur. Bu yolla hər bir maddə üçün Vogel düsturuna daxil olan T_0 , B və η_0 kəmiyyətlərinin qiymətləri tapılır (cədvəl 3).

Cədvəl 3

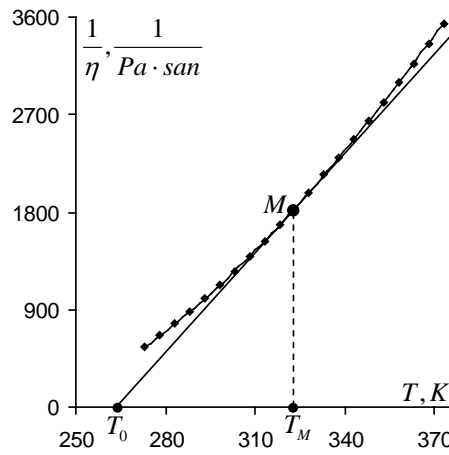
Su (H_2O), ağır su (D_2O) və ifrat ağır su (T_2O) üçün η_0 , B və T_0 parametrlərinin qiymətləri

Maddə	$\eta_0, mPa \cdot san$	B, K	T_0, K
H_2O	0,02890	522	146
D_2O	0,03660	463	162
T_2O	0,03561	476	164

(1) düsturuna daxil olan T_0 parametrini Uberreyter struktur temperaturu adlandırmışdır [16-19]. Uberreyterə görə verilmiş konsentrasiyalı məhlulun struktur temperaturu suyun struktur temperaturundan böyükdürsə, onda həllolan maddə suyu strukturlaşdırır və əksinə verilmiş konsentrasiyalı məhlulun struktur temperaturu suyun struktur temperaturundan kiçikdirsə, onda həllolan maddə suyun strukturunu dağıdır. Cədvəl 3-ə əsasən bu mayelər struktur temperaturunun qiymətinə görə aşağıdakı ardıcılıqla düzülür:

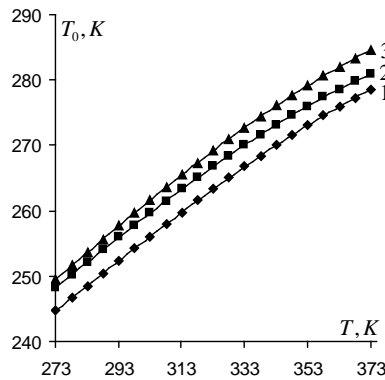
$$T_0(H_2O) < T_0(D_2O) < T_0(T_2O)$$

Cədvəl 3-də hər bir maddə üçün struktur temperaturunun qiyməti özlülüyün ölçüldüyü temperatur intervalında yalnız bir qiymətə malikdir, yəni temperaturdan asılı deyildir. Lakin məlumdur ki, istənilən maddənin fiziki xassələri temperaturdan asılıdır. Ona görə də, bizim fikrimizcə, struktur temperaturu da temperaturdan asılı olmalıdır. Struktur temperaturunun temperaturdan asılılığını tapmaq üçün $1/\eta$ -nın T -dən asılılıq qrafiki qurulur və hər bir nöqtədə bu əyriyə toxunan çəkilir (şəkil 7). Verilmiş temperaturda toxunanın uzantısının absis oxu ilə kəsişdiyi nöqtə həmin temperatura uyğun məhlulun struktur temperaturu (T_0) adlanır (şəkil 7).



Şəkil 7. Su üçün $1/\eta$ -nın temperaturdan asılılığı.

Baxılan maddələrin bu yolla tapılan struktur temperaturunun temperaturdan asılılığı şəkil 8 və cədvəl 4-də verilmişdir.



Şəkil 8. H_2O , D_2O və T_2O -nın struktur temperaturunun temperaturdan asılılığı.

1- H_2O , 2- D_2O , 3- T_2O

Cədvəl 4

Suyun (H_2O), ağır suyun (D_2O) və ifrat ağır suyun (T_2O) normal atmosfer təzyiqində müxtəlif temperaturlarda struktur temperaturu

T, K	T_0, K		
	H_2O	D_2O	T_2O
273,15	244,8	248,3	249,6
278,15	246,6	250,2	251,6
283,15	248,5	252,1	253,6
288,15	250,4	254,0	255,7
293,15	252,3	255,9	257,7
298,15	254,2	257,8	259,7
303,15	256,1	259,7	261,6
308,15	257,9	261,5	263,6
313,15	259,7	263,3	265,5
318,15	261,5	265,0	267,4
323,15	263,3	266,8	269,2
328,15	265,0	268,4	271,0
333,15	266,7	270,1	272,7
338,15	268,4	271,7	274,4
343,15	270,0	273,2	276,0
348,15	271,6	274,6	277,6
353,15	273,1	276,0	279,2
358,15	274,5	277,3	280,6
363,15	275,9	278,6	282,0
368,15	277,3	279,8	283,3
373,15	278,6	280,8	284,6

Şəkil 8-dən görüldüyü kimi bu halda da verilmiş temperaturda maddələr struktur temperaturunun qiymətinə görə aşağıdakı ardıcılıqla düzülür:

$$T_0(H_2O) < T_0(D_2O) < T_0(T_2O)$$

Həm özlü axının aktivləşmə entropiyasına, həm də struktur temperaturuna əsasən alınan nəticələr onu deməyə imkan verir ki, verilmiş temperaturda ağır su adi suya nisbətən, ifrat ağır su isə ağır suya nisbətən daha strukturlu halda olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Физический энциклопедический словарь. М., 1960, т.1, с.290.
2. Chaplin M. Water Structure and Behavior. <http://www.lsbu.ac.uk/water/chaplin.html>. South Bank University, London 2008, 576 p.
3. Vega C., Abascal J. L. F. Relation Between the Melting Temperature and the Temperature of Maximum Density for the Most Common Models of Water. J. Chem. Phys. 123, 2005, p.144504-1-144504-8.

4. Yacob Urquidi. Theoretical Studies on Liquid Water. Dissertation. Texas Tech University, 2001, p.125.
5. Jacobs D.G. Sources of Tritium and its Behavior Upon Release to the Environment. Printed in the United States of America USAEC: Division of Technical Information Extension Oak Ridge, Tennessee 1968. 90 p.
6. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. Л., 1983, с. 111.
7. David R. Lide. CRC Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press, 2005, p.6.1-6.181.
8. George S. Kell. Effects of Isotopic Composition, Temperature, Pressure, and Dissolved Gases on the Density of Liquid Water. J. Phys. Chem. Ref. Data, v.6, №4, 1977, p.1109-1131.
9. Шишелова Т.И., Бредгауэр А.В., Мухтарова А.А. Виды воды: H₂O, T₂O, D₂O. Материалы конференций. Успехи современного естествознания, №10, 2010, ст.66-67.
10. Глестон С., Лейдлер К., Эйринг Г. Теория абсолютных скоростей. М.: Изд-во иностр. лит., 1948, 600 с.
11. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş. Bioloji sistemlərin termodinamikası. Bakı: Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya, 2007, 418 с.
12. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş. Suyun özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin temperaturdan və təzyiqdən asılılığı // Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2010, № 3, s.109-116.
13. Масимов Э.А., Гасанов Г.Ш., Пашаев Б.Г. Изменение структуры воды в водных растворах уксусной кислоты в зависимости от концентрации и температуры по данным денситометрии, вискозиметрии и ИК спектроскопии. Журнал физической химии, 2013, т. 87, № 6, с. 969–972.
14. Бернал Дж., Фаулер Р. Структура воды и ионных растворов. Усп. физ. наук, 1934, т.14, с.586-644.
15. Vogel H. Das Temperaturab-hangigkeitgesetz der viskosität von Flüssigkeiten // Z. Physik. 1921, Bd. 22, s. 648-651.
16. Ueberreiter K. Change of Water Structure by Polyalcohols. Density and Viscosity Measurements. Water/Aliphatic Alcohol Solutions. Makromol. Chem., Rapid Commun. 1. Science. 1980, p.139-142.
17. Ueberreiter K. Change of Water Structure by Polyalcohols. Density and Viscosity Measurements. Water/Polyalcohol solutions. Makromol. Chem., Rapid Commun. 1. Science. 1980, p.143-147.
18. Ueberreiter K. Change of Water Structure by Solvents and Polymers. Colloid & Polymer Science. 1982, v.260, No1, p.37-45.
19. Ueberreiter K., Ziegler D. Change of Water Structure by Solvents and Polymers. Colloid & Polymer Science. 1987, v.265, No10, p.908-910.

ПАРАМЕТРЫ АКТИВАЦИИ И СТРУКТУРНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ ВОДЫ, ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ И СВЕРХТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ

Э.А. МАСИМОВ, Б.Г. ПАШАЕВ, Г.Ш. ГАСАНОВ

РЕЗЮМЕ

В данной работе рассчитаны параметры активации и структурная температура вязкого течения воды (H_2O), тяжелой воды (D_2O) и сверхтяжелой воды (T_2O) при нормальном атмосферном давлении и в диапазоне температур 273.15-373.15 К. Было установлено, что при данной температуре вода становится более структурированной в

тяжелой воде в сравнении с обычной водой, а также в сверхтяжелой воде в сравнении с тяжелой водой.

Ключевые слова: вода, тяжелая вода, сверхтяжелая вода, вязкость, параметры активации вязкого потока, структурная температура

ACTIVATION PARAMETERS AND STRUCTURAL TEMPERATURE OF VISCOUS FLOW OF WATER, HEAVY WATER AND EXTRA HEAVY TRITIATED WATER

E.A.MASIMOV, B.G.PASHAYEV, H.Sh.HASANOV

SUMMARY

In this paper, the activation parameters and structural temperature of viscous flow of water (H_2O), heavy water (D_2O) and extra heavy tritiated water (T_2O) are calculated at normal atmospheric pressure and in the temperature range 273.15-373.15 K. It is established that at the given temperature heavy water gets more structured in comparison with conventional water, and tritiated water gets more structured in comparison with heavy water.

Key words: heavy water, extra heavy tritiated water, viscosity, activation parameters of viscous flow, structural temperature

Redaksiyaya daxil oldu: 19.05.2015-ci il
Çapa imzalandı: 18.06.2015-ci il