

4. ВЕЛИЧИНИ, ЕДИНИЦИ И СИМБОЛИ ВО ХЕМИЈАТА

Глигор Јовановски, Бојан Шоптрајанов

Институт за хемија, Природно-математички факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“,
п. фах 162, 91001 Скопје, Македонија

Во претходните два броја од *Гласникот* [1, 2] беа дадени табели за македонските називи и интернационално препорачаните симболи, дефиниции и SI единици за физичките величини од областа на општата хемија и молекуларните и сродни науки [1], односно на хемиската термодинамика и хемиската кинетика [2].

Во овој број се презентирани називите, симболите, дефинициите и SI единиците за физичките величини од областа на електрохемијата и на колоидната хемија и површинските појави.

3.5. ЕЛЕКТРОХЕМИЈА

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Елементарен полнеж (полнеж на протонот)	e		C
Фарадеева [Faraday] константа	F	$F = eN_A$	$C \cdot mol^{-1}$
Релативен полнеж на јонот ¹	z	$z_B = Q_B/e$	1
Јонска сила	I_c, I	$I_c = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$	$mol \cdot m^{-3}$
Среден јонски активитет ²	a_{\pm}	$a_{\pm} = m_{\pm} \gamma_{\pm} / m^{\ominus}$	1
Средна јонска молалност ²	m_{\pm}	$m_{\pm}^{(\nu_+ + \nu_-)} = m_+^{\nu_+} \cdot m_-^{\nu_-}$	$mol \cdot kg^{-1}$
Среден јонски коефициент на активитетот ²	γ_{\pm}	$\gamma_{\pm}^{(\nu_+ + \nu_-)} = \gamma_+^{\nu_+} \cdot \gamma_-^{\nu_-}$	1
Број на разменети електрони при реакцијата во електрохемискиот елемент ³	$n, (z)$		1
Потенцијална разлика (разлика на електричните потенцијали) во галвански елемент ⁴	$\Delta V, E, U$	$\Delta V = V_R - V_L$	V
Електромоторна сила	E	$E = \lim_{I \rightarrow 0} \Delta V$	V
Стандардна електромоторна сила ⁵	E^{\ominus}	$E^{\ominus} = -\Delta_r G^{\ominus} / nF$ $= (RT/nF) \ln K^{\ominus}$	V
Стандарден електроден потенцијал ⁶	E^{\ominus}		V

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Електромоторна сила на елементот ⁷	E	$E = E^{\ominus} - (RT/nF) \times \sum \nu_i \ln a_i$	V
Водороден показател ⁸	pH	$\text{pH} \approx -\lg \left[\frac{c(\text{H}^+)}{\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}} \right]$	1
Внатрешен електричен потенцијал, Галвани [Galvani] потенцијал ⁹	ϕ	$\nabla \phi = -E$	V
Јачина на електричното поле	\vec{E}		$\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
Надворешен електричен потенцијал, Волта [Volta] потенцијал ¹⁰	ψ	$\psi = Q/4\pi \epsilon_0 r$	V
Површински електричен потенцијал	χ	$\chi = \phi - \psi$	V
Електрохемиски потенцијал ¹¹	$\tilde{\mu}$	$\tilde{\mu}_B^\alpha = (\partial G / \partial n_B^\alpha)$	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$
Електрична струја ¹²	I	$I = dQ/dt$	A
Густина на електричната струја	j	$j = I/A$	$\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$
Густина на полнежите (врз површината)	σ	$\sigma = Q/A$	$\text{C} \cdot \text{m}^{-2}$
Константа на брзината на електродната реакција ¹³	k	$k_{\text{ox}} = I_a / (nFA \prod_i c_i^{n_i})$	променлива
Коефициент на пренос на маса, дифузиона константа на брзината	k_d	$k_{d,B} = z_B I_{1,B} / nFcA$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Дифузен коефициент	D		$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Дебелина на дифузиониот слој	δ	$\delta_B = D_B / k_{d,B}$	m
Електрохемиски коефициент на пренос ¹²	α	$\alpha_c = \frac{- z RT}{nF} \frac{\partial \ln I_c }{\partial E}$	1
Наднапон, натпотенцијал	η	$\eta = E_I - E_{I=0} - IR_u$	1
Електрокинетички потенцијал (зета потенцијал)	ζ		V
Кондуктивност ¹⁴	$\kappa, (\sigma)$	$\kappa = j/E$	$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$
Константа на сачето за мерење спроводливост	K_{cell}	$K_{\text{cell}} = \kappa R$	m^{-1}
Моларна спроводливост на електролитот ¹⁵	Λ	$\Lambda_B = \kappa / c_B$	$\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
Јонска спроводливост, моларна спроводливост на јонот ¹⁶	λ	$\lambda_B = z_B Fu_B$	$\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
Јонска подвижност, електрична подвижност	u	$u_B = v_B / E$	$\text{m}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
Преносен број	t	$t_B = j_B / \sum j_i$	1

1. Дефиницијата се однесува на единките В.

2. Во овој и во другите слични изрази, ν_+ и ν_- се, соодветно, бројот на катјони и бројот на ањони во една формулна единка од електролитот $A_{\nu_+} B_{\nu_-}$.

Пример: За $Al_2(SO_4)_3$, $\nu_+ = 2$ а $\nu_- = 3$.

Соодветно на ова, m_+ и m_- се молалности-те на катјоните и на ањоните, а γ_+ и γ_- се соодветните коефициенти на активитетот дефиниран како $a_i = m_i \gamma_i / m^\ominus$. Ако молалноста на електролитот $A_{\nu_+} B_{\nu_-}$ е m , тогаш $m_+ = \nu_+ m$, а $m_- = \nu_- m$. Слична дефиниција се употребува и тогаш кога станува збор за средна јонска концентрација c_{\pm} .

3. n е број на пренесени електрони при единична промена на досегот на реакцијата во елементот (или полуелементот), онака како што таа е запишана.

4. V_R и V_L се електродните потенцијали на десниот (right) и левиот (left) полуелемент од елементот. Кога ΔV е позитивно, низ елементот од лево кон десно течат позитивни полнежи, додека во надворешниот круг од лево кон десно се движат електрони.

5. $\Delta_r G^\ominus$ се однесува на реакција во елементот при која редуцијата настанува во десниот, а оксидацијата – во левиот полуелемент. K^\ominus е константата на рамнотежа на реакцијата што се случува во елементот.

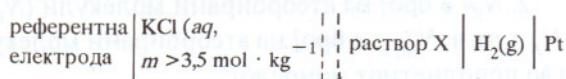
6. Стандардниот електроден потенцијал претставува вредност на стандардната електромоторна сила на елементот во кој, на левата електрода, молекуларен водород се оксидира до солватизирани протони. Така, на пример, стандардниот потенцијал на Zn^{2+}/Zn електродата, означен како $E^\ominus(Zn^{2+}/Zn)$, претставува електромоторна сила на елементот во кој реакцијата $Zn^{2+}(aq) + H_2(g) = 2H^+(aq) + Zn(s)$ се одвива при стандардни услови.

7. Збирот $\sum \nu_i \ln a_i$ се однесува на реакцијата во елементот, при што ν_i за продуктите се позитивни, а за реактантите – негативни величини.

8. Симболот рН е исклучок од општото правило за начинот на пишување на симболите на физичките величини. Инаку, дефиницијата за рН дадена во горната табела за практични цели се заменува со работната дефиниција

$$pH(X) = pH(S) + (E_S - E_X)F / (RT \ln 10)$$

Во овој израз, E_X е електромоторната сила на галванскиот елемент



а E_S е електромоторната сила на елементот кој од горниот се разликува само по тоа што растворот X (со непознато рН) е заменет со раствор S за кој е позната вредноста рН(S) за водородниот показател. Така дефинирана, вредноста на рН е бездимензионална.

9. Електричната потенцијална разлика помеѓу точки во рамките на чистите фази α и β , $\Delta\phi$, е мерлива само во случај кога фазите α и β имаат идентичен состав.

10. Електричната потенцијална разлика што е резултат на постоењето на полнежи во фазите α и β , $\Delta\psi$, може да се определи или да се пресмета со помош на класичната електростатика доколку е позната распределбата на полнежите.

11. Хемискиот потенцијал е поврзан со електрохемискиот потенцијал преку равенството

$$\tilde{\mu}_B = \mu_B^\alpha - z_B F \phi^\alpha$$

Ако честичките од кои е образуван системот не-маат полнеж, $z_B = 0$, така што електрохемискиот потенцијал е еднаков со хемискиот потенцијал.

12. I и j можат да ги имаат следниве индекси: а за анодна (струја), с за катодна (струја), е или о за (струја на) размена или l за гранична (струја). Така, I_a и I_c се анодна и катодна парцијална струја. Сето погоре речено се однесува и на густината на струјата j . Инаку, катода е електродата каде што настанува редуција, а анода е електродата каде што доаѓа до оксидација.

13. За редуција константата на брзината k_{red} може да се дефинира на аналоген начин – преку катодната струја I_c . За реакција од прв ред SI единицата е $m \cdot s^{-1}$.

Инаку, во дефинициониот израз n е бројот на разменети електрони (види забелешка 3), а n_i е ред на реакцијата во однос на компонентата i . Треба да се внимава на разликите во значењето на симболот n .

14. Ознаката за оваа величина (κ) е грчката буква *капа*.

15. Употребата на терминот *моларна* во овој случај е исклучок.

16. Неопходно е да се специфицираат дефинираните единки од кои сметаме дека се состои конститuentот на кој се однесува моларната спроводливост. Така, на пример,

$$\lambda(Mg^{2+}) = 2\lambda(\frac{1}{2}Mg^{2+}).$$

Стандардна практика е единките да се избираат така што да претставуваат $1/z_B$ од јонот со релативен полнеж z_B . Во таков случај, моларната спроводливост за јоните на калиум, бариум и лантан, на пример, би била означена како $\lambda(K^+)$, $\lambda(\frac{1}{2}Ba^{2+})$ и $\lambda(\frac{1}{3}La^{3+})$.

3.6. КОЛОИДНА ХЕМИЈА И ПОВРШИНСКИ ПОЈАВИ

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Специфична површина	a, a_s, s	$a = A/m$	$m^2 \cdot kg^{-1}$
Површинско количество од В, количество од В адсорбирано на површината	n_B^s, n_B^a		mol
Површински вишок од В ¹	n_B^σ		mol
Површински вишок на концентрација од В ¹	$\Gamma_B, (\Gamma_B^\sigma)$	$\Gamma_B = n_B^\sigma/A$	$mol \cdot m^{-2}$
Вкупен површински вишок на концентрација	$\Gamma, (\Gamma^\sigma)$	$\Gamma = \sum_i \Gamma_i$	$mol \cdot m^{-2}$
Плоштина по молекула ²	a, σ	$a_B = A/N_B^\sigma$	m^2
Плоштина по молекула во пополнет монослој ²	a_m, σ_m	$a_{m,B} = A/N_{m,B}$	m^2
Површинска покритост ²	θ	$\theta = N_B^\sigma/N_{m,B}$	1
Контактен агол	θ		1, rad
Дебелина на филмот	t, h, δ		m
Дебелина на површинскиот или меѓуповршинскиот слој	τ, δ, t		m
Површински напон, меѓуповршински напон	γ, σ	$\gamma = (\partial G/\partial A_s)_{T,p}$	$N \cdot m^{-1}, J \cdot m^{-2}$
Напнатост на филмот ³	Σ_f	$\Sigma_f = 2\gamma_f$	$N \cdot m^{-1}$
Реципрочна дебелина на двојниот слој	κ	$\kappa = [2F^2 I_c^2 / \epsilon RT]^{1/2}$	m^{-1}
Просечни моларни маси			
броен просек	M_n	$M_n = \sum n_i M_i / \sum n_i$	$kg \cdot mol^{-1}$
масен просек	M_m	$M_m = \sum n_i M_i^2 / \sum n_i M_i$	$kg \cdot mol^{-1}$
Z просек	M_z	$M_z = \sum n_i M_i^3 / \sum n_i M_i^2$	$kg \cdot mol^{-1}$
Седиментационен коефициент ⁴	s	$s = v/a$	s
Фан дер Валсова [van der Waals] константа	λ		J
Површински притисок ⁵	π^s, π	$\pi^s = \gamma^0 - \gamma$	$N \cdot m^{-1}$

1. Вредностите на n_B^σ и Γ_B зависат од употребената конвенција за дефинирање на позицијата на т.н. гибсовска површина. Тие се определени преку вредноста на вишокот на количеството од В или површинската концентрација од В поделени со вредности што би биле применливи кога

секоја од двете фази би била хомогена сè до гибсовската површина.

2. N_B^σ е број на адсорбирани молекули ($N_B^\sigma = N_A n_B^\sigma$), а $N_{m,B}$ е број на адсорбирани молекули во пополнетиот монослој.

3. Дефиницијата се однесува само на т.н. симетричен филм, кај кој двете фази на секоја од страните на филмот се еднакви. γ_f е површински напон на граничната површина помеѓу филмот и чистата фаза.

4. Во дефиницијата, v претставува брзина на седиментацијата, а a е забрзувањето при слободното паѓање или центрифугирањето. Симболот за граничниот седиментационен коефициент е $[s]$, за редуцираниот седиментационен коефициент s^0 , а за редуцираниот граничен седиментационен коефициент $[s^0]$.

5. Во дефиницијата, γ^0 е површинскиот напон за чиста површина, а γ – површинскиот напон за покриената површина.

Дополнителни препораки

1. Горниот индекс s се однесува на својствата на површината или на граничната површина. Во случај на присуство на адсорпција, тој може да се замени со a .

Примери:

Хелмхолцова [Helmholtz] енергија на граничниот слој A^s
Количество на адсорбирана супстанца n^a, n^s
Количество на адсорбиран O_2 $n^a(O_2), n^s(O_2)$

2. Долниот индекс m се однесува на својствата на даден монослој.

Пример:

Површина по молекула B во монослојот $a_m(B)$

3. Горниот индекс σ се употребува за да го означат површинскиот вишок на определеното својство.

Пример:

Површински вишок (на количеството) од B (гибсовски површински вишок од B) n_B^σ

4. Својствата на фазите (α, β, γ) можат да се означат со соодветни горни индекси.

Примери:

Површински напон на фазата α γ^α
Меѓуповршински напон помеѓу фазите α и β $\gamma^{\alpha\beta}$

5. Во колоидната хемија често се употребуваат следните кратенки:

с.с.с. критична концентрација за коагулација (critical coagulation concentration)
с.м.с. критична концентрација за мицелизација (critical micellization concentration)
и.е.р. изоелектрична точка (isoelectric point)
р.з.с. точка на нулти полнеж (point of zero charge).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г. Јовановски, З. Здравковски, *Глас хем. технол. Македонија*, **10** (1–2), 77 (1991).
[2] Г. Јовановски, Б. Шоптрајанов, *Глас хем. технол. Македонија*, **11** (1–2), 73 (1992).
[3] I. Mills, T. Cvitaš, K. Homann, N. Kallay and K. Kuchitsu, *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, Interna-

tional Union of Pure and Applied Chemistry, Blackwell Scientific Publications, Oxford (1989).

- [4] T. Cvitaš, N. Kallay, *Fizičke veličine i jedinice Medjunarodnog sustava*, Hrvatsko kemijsko društvo, Zagreb, 1975.

Summary

PHYSICAL QUANTITIES, UNITS AND SYMBOLS IN CHEMISTRY

Gligor Jovanovski, Bojan Šoptrajanov

Institute of Chemistry, Faculty of Science, The "Sv. Kiril & Metodij" University, PO Box 162, 91001 Skopje, Macedonia

In the previous two volumes of the *Bulletin of the Chemists and Technologists of Macedonia* the Macedonian names and the internationally recommended symbols, definitions and SI units for the physical quantities in the fields of general chemistry and molecular

and related sciences (Vol. 10) as well as chemical thermodynamics and chemical kinetics (Vol. 11) were tabulated.

In the present contribution, the recommended names, symbols, definitions and SI units for the physical quantities used in electrochemistry and colloid and surface chemistry are given.