

## 5. ВЕЛИЧИНИ, ЕДИНИЦИ И СИМБОЛИ ВО ХЕМИЈАТА

Глигор Јовановски и Бојан Шоптрајанов

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

Во претходните три броја од *Гласникот* [1 – 3] 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], на хемиската термодинамика и хемиската кинетика [2], односно на електрохемијата и колоидната хемија и површинските појави [3].

Во овој број се презентирани називите, симболите, дефинициите и SI единиците за физичките величини од областа на **просторот и времето**, на класичната механика, односно квантната механика. Некои од нив се вклучени и во претходните продолженија на оваа серија, а тука се дадени во контекстот на другите сродни величини и единици.

### 3.7. ПРОСТОР И ВРЕМЕ

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Правоаголни просторни координати, декартовски (Descartes) координати	$x, y, z$		m
Сферни поларни координати	$r, \theta, \phi$		m, 1, 1
Воопштени координати	$q, q_i$		променлива
Позиционен вектор <sup>1</sup>	$\vec{r}$	$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$	m
Должина	$l$		m
<i>специјални симболи:</i>			
висина	$h$		
ширина	$b$		
дебелина	$d, \delta$		
растојание	$d$		
радиус	$r$		
дијаметар	$d$		
пат, должина на патот	$s$		
должина на лак	$s$		
Плоштина <sup>2</sup>	$A, A_s, S$		m <sup>2</sup>
Волумен	$V$		m <sup>3</sup>

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Агол <sup>3</sup>	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \phi$	$\alpha = s/r$	rad, 1
Просторен агол <sup>3</sup>	$\omega, \Omega$	$\omega = A/r^2$	sr, 1
Време	$t$		s
Период	$T$	$T = t/N$	s
Фреквенција	$\nu, f$	$\nu = 1/T$	Hz, s <sup>-1</sup>
Кружна фреквенција, аголна фреквенција <sup>3, 4</sup>	$\omega$	$\omega = 2\pi \nu$	rad · s <sup>-1</sup> , s <sup>-1</sup>
Карактеристичен временски интервал, релаксационо време, временска константа	$\tau, T$	$\tau = \left  \frac{dt}{d \ln x} \right $	s
Аголна брзина <sup>3, 5</sup>	$\omega$	$\omega = d\phi/dt$	rad · s <sup>-1</sup> , s <sup>-1</sup>
Вектор на брзината	$\vec{v}, \vec{u}, \vec{w}, \vec{c}$	$\vec{v} = d\vec{r}/dt$	m · s <sup>-1</sup>
Брзина <sup>6</sup>	$v, u, w, c$	$v = ds/dt$ $=  \vec{v} $	m · s <sup>-1</sup>
Вектор на забрзувањето <sup>7</sup>	$\vec{a}, (g)$	$\vec{a} = d\vec{v}/dt$	m · s <sup>-2</sup>

1.  $\vec{i}, \vec{j}$  и  $\vec{k}$  претставуваат единични вектори на декартовските оски од координатниот систем.

2. Во случај кога е потребно да се избегне забуна со ознаката  $A$  за Хелмхолцовата (Helmholtz) енергија, се препорачува да се употребува ознаката  $A_s$ .

3. Единиците радијан (rad) и стеррадијан (sr) за агол и за просторен агол, соодветно, претставуваат дополнителни SI единици. Заради тоа што величините агол и просторен агол се, всушност, бездимензионални, единиците за нив можат да

се дадат, но можат и да се изостават (последново само ако притоа не се губи јасноста при изразувањето на изведените SI единици).

4. Единицата Hz не треба да се употребува за кружна фреквенција.

5. Аголната брзина може да се третира како вектор.

6. За брзината на светлината и звукот вообичаен е симболот  $c$ .

7. За забрзување при слободно паѓање се употребува симболот  $g$ .

### 3.8. КЛАСИЧНА МЕХАНИКА

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Маса	$m$		kg
Редуцирана маса	$\mu$	$\mu = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$	kg
Густина, масена густина	$\rho$	$\rho = m/V$	kg · m <sup>-3</sup>
Релативна густина <sup>1</sup>	$d$	$d = \rho/\rho^0$	1
Плоштинска густина	$\rho_A, \rho_S$	$\rho_A = m/A$	kg · m <sup>-2</sup>
Специфичен волумен	$v$	$v = V/m = 1/\rho$	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup>
Количество движење, импулс	$\vec{p}$	$\vec{p} = m \vec{v}$	kg · m · s <sup>-1</sup>
Момент на количество движење, момент на импулсот <sup>2</sup>	$\vec{L}$	$\vec{L} = m \vec{v} \vec{r} = \vec{p} \times \vec{r}$	J · s

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Момент на инерција <sup>3</sup>	$I, J$	$I = \sum m_i r_i^2$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
Сила	$\vec{F}$	$\vec{F} = d\vec{p}/dt = m\vec{a}$	N
Момент на сила	$\vec{T}, (\vec{M})$	$\vec{T} = \vec{r} \times \vec{F}$	$\text{N} \cdot \text{m}$
Енергија	$E$		J
Потенцијална енергија	$E_p, V, \Phi$	$E_p = -\int \vec{F} \cdot d\vec{s}$	J
Кинетичка енергија	$E_k, T, K$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	J
Хамилтонова (Hamilton) функција	$H$	$E_k + E_p$	J
Лагранжова (Lagrange) функција	$L$	$E_k - E_p$	J
Работа	$w, W$	$w = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$	J
Притисок	$p, P$	$p = F/A$	Pa, $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$
Површински напон	$\gamma, \sigma$	$\gamma = dw/dA$	$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}, \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$
Тежина	$G, (W, P)$	$G = mg$	N
Гравитациона константа	$G$	$F = Gm_1m_2/r^2$	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
Нормално напрегање	$\sigma$	$\sigma = F/A$	Pa
Тангенцијално напрегање	$\tau$	$\tau = F/A$	Pa
Релативно издолжување	$\epsilon, e$	$\epsilon = \Delta l/l$	1
Модул на еластичноста, Јунгов (Young) модул	$E$	$E = \sigma/\epsilon$	Pa
Аголна деформација, аголно смолкнување	$\gamma$	$\gamma = \Delta x/d$	1
Модул на смолкнување	$G$	$G = \tau/\gamma$	Pa
Релативна промена на волуменот	$\theta$	$\theta = \Delta V/V_0$	1
Модул на стисливоста	$K$	$K = -V_0(dP/dV)$	Pa
Вискозност, вискозитет	$\eta, \mu$	$\tau_{x,z} = \eta(dv_x/dz)$	$\text{Pa} \cdot \text{s}$
Флуидност, флуидитет	$\phi$	$\phi = 1/\eta$	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}$
Кинематичка вискозност, кинематички вискозитет	$\nu$	$\nu = \eta/\rho$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Коефициент на триење	$\mu, (f)$	$F_{\text{frict}} = \mu F_{\text{norm}}$	1
Моќност	$P$	$P = dw/dt$	W
Флукс на звучна енергија	$P, P_a$	$P = dE/dt$	W
Акустични фактори			
фактор на рефлексија <sup>4</sup>	$\rho$	$\rho = P_r/P_0$	1
фактор на апсорпција <sup>5</sup>	$\alpha_a, (\alpha)$	$\alpha_a = 1 - \rho$	1
фактор на трансмисија <sup>4</sup>	$\tau$	$\tau = P_{\text{tr}}/P_0$	1
фактор на расејување	$\delta$	$\delta = \alpha_a - \tau$	1

1. Обично  $\rho^{\ominus} = \rho$  ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $4^\circ\text{C}$ ).

2. Во атомската и молекулската спектроскопија обично се употребуваат поинакви симболи. За тоа види *Глас. хем. технол. Македонија*, **10**, 77 (1991).

3. Во општ случај,  $I$  е тензорска величина:  $I_{\alpha\alpha} = \sum m_i (\beta_i^2 + \gamma_i^2)$ , односно  $I_{\alpha\beta} = - \sum m_i \alpha_i \beta_i$ ,

ако  $\alpha \neq \beta$ , при што  $\alpha, \beta, \gamma$  е пермутација на  $x, y, z$ , односно  $\alpha, \beta, \gamma \in \{x, y, z\}$ .

4.  $P_o$  е флуks на упадната звучна енергија,  $P_r$  е флуks на рефлектираната звучна енергија, а  $P_{tr}$  е флуks на пропуштената звучна енергија.

5. Оваа дефиниција е специјална за акустиката и е различна од онаа кога станува збор за зрачење, каде апсорпциониот фактор одговара на акустичниот фактор на расејување.

### 3.9. КВАНТНА МЕХАНИКА

Физичка величина	Симбол	Дефиниција	SI единица
Оператор на количеството движење, оператор на импулсот	$\hat{p}$	$\hat{p} = -i\hbar\nabla$	$\text{m}^{-1} \text{J s}$ ( $\text{kg m s}^{-1}$ )
Оператор на кинетичката енергија <sup>1,2</sup>	$\hat{T}$	$\hat{T} = -(\hbar^2/2m)\nabla^2$	J
Хамилтонов оператор	$\hat{H}$	$\hat{H} = \hat{T} + V$	J
Бранова функција, функција на состојбата <sup>3, 4</sup>	$\Psi, \psi$	$\hat{H}\psi = E\psi$	( $\text{m}^{-3/2}$ )
Густина на веројатноста <sup>4,5</sup>	$P$	$P = \psi^*\psi$ $=  \psi ^2$	( $\text{m}^{-3}$ )
Густина на полнеж од електроните <sup>4,6</sup>	$\rho$	$\rho = -eP$	( $\text{C}\cdot\text{m}^{-3}$ )
Густина на струја на веројатност <sup>4</sup>	$\vec{S}$	$\vec{S} = -i\hbar(\psi^*\nabla\psi - \psi\nabla\psi^*)/2m_e$	( $\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )
Струја на веројатност на честички со полнеж $e$ <sup>4,6</sup>	$\vec{j}$	$\vec{j} = -e\cdot\vec{S}$	( $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ )
Матричен елемент на операторот $\hat{A}$	$A_{ij}, \langle i \hat{A} j\rangle$	$A_{ij} = \int \psi_i^* \hat{A} \psi_j d\tau$	променлива
Средна (очекувана) вредност на операторот $\hat{A}$	$\langle A \rangle, \bar{A}$	$\langle A \rangle = \int \psi^* \hat{A} \psi d\tau$	променлива
Хермитски конјугиран оператор на $\hat{A}$	$\hat{A}^+$	$(\hat{A}^+)_{ij} = (A_{ji})^*$	променлива
Комутатор на $\hat{A}$ и $\hat{B}$	$[A, B]$	$[A, B] = \hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$	променлива
Кулонов (Coulomb) интеграл <sup>7</sup>	$H_{AA}$	$H_{AA} = \int \psi_A^* \hat{H} \psi_A d\tau$	J
Резонантен интеграл <sup>7</sup>	$H_{AB}$	$H_{AB} = \int \psi_A^* \hat{H} \psi_B d\tau$	J
Интеграл на прекривање <sup>7</sup>	$S_{AB}$	$S_{AB} = \int \psi_A^* \psi_B d\tau$	1

1. Со  $i$  е означена имагинарната единица. Ознаката  $\hbar$  претставува Планкова (Planck) константа поделена со  $2\pi$  ( $\hbar = h/2\pi$ ), додека  $\nabla$  е диференцијален векторски оператор, односно т.н. *набла оператор*,

$$\nabla (= \text{grad}) = \vec{i}\partial/\partial x + \vec{j}\partial/\partial y + \vec{k}\partial/\partial z$$

2.  $\nabla^2$  претставува т.н. Лапласов (Laplace) оператор,  $\nabla^2 = \Delta = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2 + \partial^2/\partial z^2$ .

3. Големо пси ( $\Psi$ ) обично се употребува за временски зависна функција  $\Psi(x, t)$ , додека мало пси ( $\psi$ ) се употребува за амплитудна функција  $\psi(x)$ .

4. Соодветната SI единица за нормализирана бранова функција на една честичка во тридимензионален простор е дадена во заграда.

5.  $\psi^*$  е функција што е комплексно конјугирана на  $\psi$ .

6.  $e$  е елементарен електричен полнеж.

7.  $\hat{H}$  е ефективен Хамилтонов оператор (Хамилтонијан) за еден електрон, а А и В се ознаки

за орбиталите. Поспецијално, во теоријата на Хикеловите (Hückel) молекулски орбитали (НМО), интегралите  $H_{AA}$  и  $H_{AB}$  често се означуваат како  $\alpha$  и  $\beta$ , соодветно.

**Благодарност:** Му искажуваме благодарност на д-р Владимир Петрушевски за корисните сугестии и забелешки.

## АВТОРИ СО НАЈГОЛЕМ БРОЈ ОБЈАВЕНИ ТРУДОВИ ВО ПЕРИОДОТ 1981 - 1990

### 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] Г. Јовановски, Б. Шоптрајанов, *Глас. хем. технол. Македонија*, **12** (1-2), 51 (1993).
- [4] I. Mills, T. Cvitaš, K. Homann, N. Kallay and K. Kuchitsu, *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, International Union of Pure and Applied Chemistry, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1989.
- [5] T. Cvitaš, N. Kallay, *Fizičke veličine i jedinice Medjunarodnog sustava*, Hrvatsko kemijsko društvo, Zagreb, 1975.
- [6] Д. Темелковски, С. Пановски, Ж. Вуевски, *Меѓународен систем на мерни единици (SI)*, Просветно дело, Скопје, 1981.

Име	Број на трудови	Пространство на трудови
1. Yuri T. Stenchkov	948	3.9
2. Stephen P. Bloom	773	4.7
3. Mikhail G. Vorontsov	711	5.1
4. Alexandr M. Prokhorov	679	6.2
5. Ferdinand Bohmann	572	6.4

### PHYSICAL QUANTITIES, UNITS AND SYMBOLS IN CHEMISTRY

Gligor Jovanovski and 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), chemical thermodynamics and chemi-

cal kinetics (Vol. 11) and electrochemistry and colloid and surface chemistry (Vol. 12) were tabulated.

In the present contribution, the recommended names, symbols, definitions and SI units for the physical quantities used in space and time, classical mechanics and quantum mechanics are given.

Оваа статија е подготвена од Глигор Јовановски и Бојан Шоптрајанов, уредник на списанието *Science Watch*, користејќи податоци од околу 5 200 списанија.

Интересно е да се спомене дека ни еден од трудовите на горенаведените автори не е објавен во *Journal of Irreproducible Results*.

Преземно од

*Journal of Irreproducible Results*, Vol. 37, No. 6