



МЕЖДУНАРОДНАТА СИСТЕМА НА ЕДИНИЦИТЕ НА 50 ГОДИНИ

Ивелин КУЛЕВ

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Международната система на мерните единици, СИ, навърши 50 години. Тази статия описва основните величини на системата СИ заедно с техните единици. Промените през годините на дефинициите на две от тези единици — метър и секунда, са коментирани. Има и препратка към българската нормативна база, която легитимира използването на тази мерна система в България.

Keywords: SI, quantities and units, meter, second, Bulgarian legislation of SI

През октомври 2010 г. се навършиха 50 години, откакто бе въведена международната система на единиците. Тя стана известна със съкращението — SI, което следва от френското — Le système international d'unités. Системата от единици бе утвърдена на Генералната конференция по мерките и теглилките, състояла се в периода 11-20 октомври 1960 г. На тази годишнина е посветена част от списанието Chemistry International¹⁾, издание на IUPAC (Международен Съюз за Чиста и Приложна Химия), както и

на някои други местни издания — вестници и списания, имащи отношение към унифицирането на измерванията.

Международната система от измерителни единици (SI) е създадена, за да се постигне единство на измерванията във всички страни и във всички области на науката и практиката. (Практически нито едно научно списание не приема статии, в които измерените величини не са представени в единици, съответстващи на SI.) Системата също определя и някои представки, чрез които се образуват кратни или дробни на измерителните единици. Днес използването на международната система от измерителни единици е задача на метрологията, която представлява науката за измерванията. Тя се опитва да регламентира начините на измерване във всички области на човешката дейност с необходимата неопределеност.

Историята на SI всъщност започва още от промените, предизвикани от Френската революция през 1789 г., тъй като първият прототип на метъра и килограма, изработени от чиста платина са депозирани в Архивите на френската република през юни 1799 г., т.е. 10 години след началото на революцията.

По дефиниция килограмът е определен като теглото на 1 кубичен дециметър от чиста вода при температура 4°C и представлява цилиндър от платина с височина, равна на диаметъра му, който е приблизително 39 mm. Първата дефиниция на метъра е като една десетомилионна част от разстоянието по меридиана от северния полюс до екватора на Земята.

Метричната система си пробива трудно път в Европа и Южна Америка, защото в редица страни на света се ползват различни единици за измерване. Дори днес в САЩ все още продължава да бъде в обращение т.нар. *Имперска мерна система*, а във Великобритания въвеждането на метричната система е правителствена задача. За повечето страни в света обаче метричната система е вече разбиращо се от самосебе си приложение.

Все пак следва да бъде отбелязано, че още през 1862 г. в Бразилия за първи път официално е въведена метричната система, а много скоро след това през 1864 г. нашата северна съседка Румъния също въвежда метричната система. Усилията за едно по-широко въвеждане на метричната система прави на 20 май 1875 г. от Международното бюро за мерки и теглилки. Същевременно се изработват от сплав на платина и иридий (90:10) копия на килограма (фиг. 1) и метъра, които се разпределят между членовете на Бюрото на първата Генерална конференция по мерките и теглилките през 1889 г. — представители на 17 държави подписват през 1875 г. т.нар. Конвенция за метъра. Тогава всъщност се дава дефиницията за *метъра* и *килограма*.



Фиг. 1. Прототипът на килограма, съхраняван в Бюрото за мерки и теглилки в Севър при Париж

Днес системата SI се основава на **седем основни величини**, за които са дадени *седем основни единици*: за **дължина** (l, h, r, x) — *метър* (m); за **маса** (m) — *килограм* (kg); за **време** (t) — *секунда* (s); за **постоянен електричен ток** (I, i) — *ампер* (A); за **температура (термодинамична)** (T) — *келвин* (K); за **количество вещество** (n) — *мол* (mol); за **осветеност** (I_v) — *кандела* (cd).

През 1948 г. към килограма и метъра, чиито дефиниции са дадени още през 1875 г., се добавят дефинициите за *ампер* и за *кандела*, през 1954 г. — за *келвин*, а през 1956 г. — за *секунда*.

На 11-та генерална конференция по мерките и теглилките през 1960 г. е въведена системата на единиците, каквато е позната тогава. От същата година е решено генералните конференции да се провеждат на всеки 4 години, а не, както е дотогава, на 6 години. Усъвършенстването на системата на единиците обаче продължава. През 1971 г. е въведена дефиницията за количество вещество — *мол*, а през всичките 50 години на нейното съществуване непрекъснато се добавят дефиниции на основни измерителни единици, други биват променяни в зависимост от получени нови данни, осъществени чрез развитие на експерименталната база на метрологията. Като пример би могло да се посочи развитието на дефиницията за метър — първоначално това е десетомилионната част от разстоянието по Парижкия меридиан от полюса до екватора. Това разстояние е измерено точно едва през 1966 г. Преценявайки, че точността, с която е дадено това разстояние, не е достатъчна, Бюрото за мерки и теглилки предлага друга дефиниция за дължина на един метър — 1 650 763,73 дължини на вълни на лъчението във

вакуум, съответстващо на прехода между $2p_{10}$ и $2d_5$ на атома на криптон-86 (^{86}Kr). През 1983 г. тази дефиниция е променена и днес гласи: „метърът е дължината на пътя, изминат от светлината във вакуум за интервал от време $1/299\,792\,458$ от секундата“.

За дефиницията на килограма остава в сила определението като масата на изработения през 1889 г. еталон, който се съхранява в Международното бюро по мерки и теглилки в Севър. За да се запази от прах и влага, еталонът се съхранява под три стъклени похлюпака (вж. Фиг. 1), а за да се избегне изтриване се използват специални клещи.

Дефиницията за мол гласи: „мол е количеството вещество на системата, съдържаща толкова структурни елемента, колкото атома се съдържат в $0,012\text{ kg}$ въглерод-12“. Доколкото тя е използвана в химичните изследвания, тук заслужава да се отбележи, че при използването на понятието „мол“ следва да се посочва видът на структурните елементи — атоми, молекули, йони, електрони и т.н. Понятието „количество вещество“ не трябва да се смесва с понятието „маса“ на веществото. Между масата (m), изразена в килограми, и количеството вещество (n), изразено в молове, съществува зависимостта:

$$m = n \cdot N_A \cdot m_x,$$

където: N_A е числото на Авогадро, имащо стойността — $6,022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; m_x е масата на молекулите от вида „ X “.

Тъй като масата на молекулите не може да се измери много точно (същото се отнася и до числото на Авогадро), в горното уравнение се въвежда молната маса $M_X = N_A \cdot m_x$ или относителната молекулна маса (M_r):

$$M_r = \frac{12 \cdot m_x}{m_{12C}} = \frac{12 M_X}{M_{12C}} = 10^3 \cdot M_X$$

Така уравнението за стойността на „ mol “ получава следния вид:

$$n = \frac{m}{M_X} = 10^3 \frac{m}{M_r},$$

където масата m на разглежданата система е в килограми.

Същевременно се променя и дефиницията за време с единица — секунда. Първоначално (през 1780 г.) тя е дефинирана като $1/86400$ част от средното слънчево денонощие. Установява се обаче, че средното слънчево денонощие търпи неперiodични промени, които позволяват секундата да се измерва с точност до 10^{-7} s , а с подобряване на измерителната техника е възможно да се достигне по-висока точност, т.е. по-малка стойност на неопределеността. Ето защо през 1960 г. се взема решение секундата да се дефинира временно като $1/31556925,9747$ част от тропичната година за 1900 г. —

т.е. 1899 г. на 31 декември в 12 часа на обяд. Така точността на измерването достига до 10^{-9} s. В редица измервания обаче неопределеността е значително по-висока. Екип на NIST (Националният Институт за Стандарти и Технологии на САЩ)²⁾ построява система за измерване на времеви интервали, при която неопределеността при измерване на $3,7 \cdot 10^9$ години възлиза на $3,1 \cdot 10^{-15}$ s! През 2005 година чрез построяване на система, в която основна роля е играят лазерни източници, неопределеността на измерването възлиза вече на $5 \cdot 10^{-16}$ s. Днес при измерване на интервали от време, възлизаци на 10^{-18} s, т.е. на атосекунди, се постига неопределеност от порядъка на 10^{-21} s! Все пак през 1967 г. дефиницията, която е валидна и днес, гласи „секунда е продължителността на 9 192 631 770 периода на лъчението, получено при преход между двете свръхфини нива на основното състояние на атома на цезий-133“.

Така с напредване на измерителната техника се променят и дефинициите за различните величини в системата от единици. За развитието на системата говори и факта на нарастване на броя на страниците в брошурата, описваща метричната система. Първият брой на изданието е на 36 страници, а осмото³⁾, което се появява през 2006 г., е на 200 страници.

Съгласно българската нормативна уредба SI задължително се използва в цялата стопанска дейност, в здравеопазването, за осигуряване на обществената безопасност и защитата на околната среда, както и за административни цели. За другите области използването на SI е препоръчително. На български език са публикувани няколко книги, представящи международната система от измерителни единици [1-3].

До 90-те години на миналия век в България (подобно на бившия вече СССР) са използвани и означения на единиците и представките на кирилица. Това е установено с БДС 3952, въпреки че правилата на международната система не допускат това. През 1994 г. стандартът (БДС 3952) е отменен като противоречащ на SI по отношение на означенията и е заменен с групата стандарти БДС ISO 31. По-късно този стандарт също е отменен. Приет е *Закон за измерванията*⁴⁾, който узаконява ползването на SI в страната ни (тъй като стандартите вече не са задължителни). За изпълнение на закона се разработва *Наредба за единиците за измерване, разрешени за използване в Република България*⁵⁾, която изрично не позволява използването на означения на кирилица.

И така, в продължение на вече 50 години, с усилията на много институции, на още повече хора, заети с различни видове измервания, в света постепенно бе въведена международната система от измерителни единици — SI, която позволява всички измервания, проведени в света, да бъдат съществени с една и съща измерителна единица. Чрез SI се отстранява необ-

ходимостта от употребата на различни коефициенти, позволяващи преход от една в друга измерителна система. (В САЩ всички данни, които се публикуват задължително се представят и в единици на SI). Международната система от измерителни единици (SI) продължава да се развива, допълва и подобрява и от началото на желанието за унифициране на измерванията са отминали вече повече от 200 години.

БЕЛЕЖКИ

1. Chemistry International, Volume 32, Number 6, 2010.
2. www.nist.gov/pml/div688/logicclock_020410.cfm
3. www.bipm.org/en/si
4. ДВ, бр.46/07.05.2002; изм. бр. 88/04.11.2005; изм. бр. 95/29.11.2005; изм. бр. 99/09.12.2005.
5. ДВ, бр. 115/10.12.2002; изм. бр. 40/16.05.2006; изм. бр. 8/29.01.2010.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бардун, Г., Н. Калашников, Л. Стоцки. *Международна система измерителни единици*. Техника, София, 1965.
2. Джаков, Е. *Международна система измерителни единици*. Техника, София, 1975.
3. Марков, М. *Физични величини. Мерни единици и системи. SI*. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, София, 2008.

50TH ANNIVERSARY OF THE INTERNATIONAL SYSTEM OF UNITS, SI

Abstract. The present article marks the 50th anniversary of the introduction of the International System of Units, SI. The basic SI quantities and their units are considered. The evolution of the definitions of two of them, namely 'meter' and 'second' is traced. The legislation of SI in Bulgaria is commented.

✉ **Professor Ivelin Kuleff**,
Department of Analytical Chemistry,
University of Sofia,
1 James Bourchier Blvd.,
1164 Sofia, BULGARIA
E-Mail: Kuleff@chem.uni-sofia.bg