

## ŠTYRI NOVÉ CHEMICKÉ PRVKY, ich objavy a návrhy názvov a značiek.

Milan Drábik ( [drabik@fns.uniba.sk](mailto:drabik@fns.uniba.sk), [uachmdra@savba.sk](mailto:uachmdra@savba.sk) )

*Katedra anorganickej chémie PRIF UK, 842 15 Bratislava,  
Ústav anorganickej chémie SAV, 842 36 Bratislava,  
predseda Slovenského národného komitétu IUPAC.*

IUPAC vydal dňa 30. decembra 2015 tlačovú správu, v ktorej ohlásil potvrdenie objavov štyroch nových chemických prvkov s hodnotami protónových čísiel  $Z = 113, 115, 117$  a  $118$ , čím sa kompletnou stáva 7. perióda periodickej sústavy prvkov. Ďalšia tlačová správa IUPACu, vydaná 8. júna 2016 uvádza návrhy názvov a značiek týchto prvkov, a to takto:  
**Nihonium a značka Nh pre prvok 113, Moscovium a značka Mc pre prvok 115, Tennessine a značka Ts pre prvok 117, a Oganesson a značka Og pre prvok 118.** Dňom vydania júnovej tlačovej správy bola zahájená 5 mesačná verejná diskusia o uvedených návrhoch. Text poniže v skratke uvádza obsah týchto správ, ako aj informácie o chronológii objavov a návrhoch názvov týchto nových chemických prvkov.

**Aktuálne:** *Názvy a značky štyroch nových chemických prvkov nadobudnú platnosť po schválení najvyšším orgánom IUPAC tak, ako ich navrhli objavitelia. Preklady do národných jazykov môžu zohľadniť slovtvorné jazykové špecifiká a práve tieto v súčasnosti konzultujeme s kolegami v Jazykovednom ústave Ľ. Štúra.*

### Ohlásenia a zdôvodnenia objavov štyroch nových chemických prvkov.

Z tlačovej správy 30. decembra 2015 [1]: Štvrtá spoločná pracovná skupina (JWP) Medzinárodnej únie pre čistú a aplikovanú chémiu – IUPAC a Medzinárodnej únie pre čistú a aplikovanú fyziku – IUPAP pre ohlásenia priorít o objavoch nových chemických prvkov overila relevantné vedecké články o prvkoch 113, 115, 117, a 118 a rozhodla, že podmienky ohlásenia objavov týchto prvkov sú splnené, a to v súlade s kritériami JWP IUPAC a IUPAP platnými od roku 1991 pre objavy nových chemických prvkov. Týmito prvkami je skompletizovaná 7. perióda periodickej tabuľky prvkov, a objavitelia z Japonska, Ruska a USA majú právo navrhnúť názvy a značky jednotlivých nových chemických prvkov.

**Stanovisko JWP k objavu prvku 113, Ununtrium, Uut** [2]: Tri premenové schémy pre nuklid  ${}_{278}^{113}$  boli pozorované na japonskom špičkovom pracovisku RIKEN, po prvýkrát v roku 2004 [citácia 9 v 2], druhýkrát v roku 2007 [citácia 10 v 2] a tretíkrát v roku 2012 [citácia 16 v 2]. Všetky tri sú v súčasnosti považované za konzistentný a postačujúci dôkaz existencie uvedeného nuklidu. Identifikácia hodnoty  $Z$  spočíva na krížových reakciách tvorby a charakterizácie premenovej schémy začínajúcej od  ${}_{266}^{Bh}$ , RIKEN v r. 2009 [citácia 14 v 2] a Qin *et al.* v r. 2006 [citácia 12 v 2]. Takto boli splnené obe kritériá (charakterizačné a priradovacie, viacej pozri v originálnom článku) objavu prvku 113 a prioritá tohto objavu bola priznaná kolektívu japonského pracoviska RIKEN.

**Stanovisko JWP k objavu prvkov 115 a 117 Ununpentium, Uup a Ununseptium, Uus** [2]: Publikácie Oganessianiana a kol. [citácie 17 a 18 v 2] z roku 2010 a [citácia 21 v 2] z roku 2013 spĺňajú kritériá pre objav prvku s protónovým číslom  $Z = 115$ , a to práve presvedčivosťou reprodukovateľnosti energie premeny alfa a doby polpremeny nuklidu

<sup>289</sup>115 porovnaním krížovej reakcie. Podobne, publikácie Oganessiana a kol. [citácia 19 v 2] z roku 2012 a [citácia 39 v 2] z roku 2013 spĺňajú kritériá pre objav prvku s protónovým číslom  $Z = 117$ .

JWP k objavom prvkov 113, 115 a 117 taktiež uvádza: Nové chemické prvky identifikované objaviteľmi a posudzované JWP majú odlišné črty od svojich susedov v periodickej tabuľke, chemických prvkov s hodnotami  $Z = 114$  a  $Z = 116$  [citácia 5 v 2]. A to: povahy energetických alfa spektier v premenových schémach nuklidov s atómovými číslami 113, 115 a 117 sú odlišné od týchto u susedov s párnymi hodnotami  $Z$ , pričom spektrá vykazujú širší rozptyl. Toto je ďalší dôkaz o existencii prvkov s novými protónovými číslami a zároveň vyvracia možnosť emisie nabitých častíc pri odparovaní alebo elektrónovom záchyte v premenových schémach (reťazcoch).

**Stanovisko JWP k objavu prvku 118, Ununoctium, Uuo** [3]: Spoločná publikácia [citácia 8 v 3] kolektívov „Dubna–Livermore“ z roku 2006 uvádza tri zhodné rozpadové rady počnúc nuklidom <sup>294</sup>118, tento poznatok bol potvrdený v roku 2012. Tri iné nezávislé štúdie fúzií ťažkých prvkov umožnili identifikovať a potvrdiť existenciu a premenové (rozpadové) vlastnosti dcérskych produktov nuklidu 118, a to <sup>290</sup>Lv a <sup>286</sup>Fl, slúžiace na prepojenie atómových čísel cez ostreľujúce častice. Relevantné poznatky o premenových (rozpadových) vlastnostiach, ktoré viedli k priradeniu hodnoty  $Z = 118$ , vr. energií alfa častíc (v MeV) a polčasov rozpadov (v milisekundách resp. sekundách) môže čitateľ nájsť na obr. 2 v origináli [3]. Uvedené výsledky spolupráce kolektívov „Dubna–Livermore“ spĺňajú kritériá pre objav prvku s protónovým číslom  $Z = 118$ .

Významnou je určite poznámka JWP o dôveryhodnosti objavov nových chemických prvkov s protónovými číslami 113, 115, 117 a 118. Táto vyplýva o. i. z charakteru experimentálnej techniky, ktorá umožňuje protónové číslo priradiť pomocou identifikácie reťazca korelovaných (v čase a pozícii) alfa premien. Takéto priradenie v danom experimente je potom len s veľmi minimálnou pravdepodobnosťou výsledkom náhodných zmien. Ak sú zodpovedajúce reťazce premien pozorované vo viac ako jednom laboratóriu, priradenia môžu byť považované za nespochybniteľné.

In indium 114.8	Sn tin 118.7	Sb antimony 121.8	Te tellurium 127.6	I iodine 126.9	Xe xenon 131.3	
81	82	83	84	85	86	
Tl thallium	Pb lead 207.2	Bi bismuth	Po polonium	At astatine	Rn radon	
113 Uut ununtrium	114 Fl flerovium	115 Uup ununpentium	116 Lv livermorium	117 Uus ununseptium	118 Uuo ununoctium	
Nh nihonium	Mc moscovium	Ts tennessine	Og oganesson			
Lr lawrencium	Dy dysprosium	Ho holmium	Er erbium	Tm thulium	Yb ytterbium	Lu lutetium

Obr.: Štyri nové chemické prvky; ich poloha v periodickej tabuľke, dočasné názvy a značky (odvodené od protónových čísel), názvy a značky navrhnuté kolektívmi objaviteľov.

Pri sprostredkovaní obsahu decembrovej správy IUPAC pre slovenskú verejnosť, napr. [4] v januári 2016, autor tohto článku o. i. vyslovil názor, že štyri nové chemické prvky

sú vlastne také chemické a fyzikálne kuriozity (vychádzajúc z počtov atómov/nuklidov a intervalov ich existencie/polčasov ich rozpadov detekovaných objaviteľmi). Tak ako v spomínanom rozhovore aj tu však podotýkam a ilustrujem (zdanlivo možno príliš futurologicky), že ľudské poznanie a použiteľnosť poznatkov sa v dejinách vyvíjajú. Už grécka filozofia poznala pojem atóm, ktorý bol vtedy vybranému okruhu filozofov pochopiteľný, no mal pre nich neuchopiteľný obsah. Až po obdobie alchymie boli pojmy s uchopiteľným obsahom „štyri živly“ (ohn, voda, zem, vzduch). Teraz v periodickej tabuľke poznáme 118 chemických prvkov, ale uchopiteľný a využiteľný obsah má len časť z nich. Ak teda do dnešného dňa prešiel pojem atóm od „neznámeho obsahu“ k 118-tim pochopiteľným typom, z ktorých časť má uchopiteľný, využiteľný a využívaný obsah, prečo by sme nemohli optimisticky predpokladať, že tento vývoj bude pokračovať a ľudia dokážu v budúcnosti využívať aj to, čo je v súčasnosti „kuriozitou“?

### Návrhy názvov a značiek štyroch nových chemických prvkov.

Priblížme si najprv vybrané aspekty procesu pomenovania nových chemických prvkov po potvrdení ich objavu. Názov aj symbol majú právo navrhnúť objavitelia, pri dodržaní určitých pravidiel/kritérií [5]. Medzi najdôležitejšie patria:

- Novoobjavené chemické prvky môžu byť pomenované podľa (a) mytológie alebo astronomického objektu, (b) minerálu alebo podobnej látky, (c) miesta alebo zemepisnej oblasti, (d) vlastnosti prvku, alebo (e) vedca.
- Názvy nových chemických prvkov by mali mať koncovku „-ium“ pre prvky v 1. – 16. skupine periodickej tabuľky, „-ine“ pre prvky v 17. skupine – v súlade s (anglickou) koncovkou názvov halogénov a „-on“ pre prvky v 18. skupine – v súlade s koncovkou názvov inertných plynov.
- Názvy nových chemických prvkov v angličtine by mali umožniť primeraný preklad do ostatných rozšírených jazykov.

Návrh objaviteľa predkladajú Divízii anorganickej chémie IUPAC, táto zhodnotí predovšetkým, či boli dodržané spomenuté pravidlá/kritériá, a taktiež celkovú konzistentnosť návrhu, možnosť prekladu do iných jazykov, možné používanie navrhovaného názvu príp. značky v minulosti pre iné účely (predovšetkým napríklad či nedochádza ku konfliktu s inými značkami chemických prvkov alebo chemických a fyzikálnych veličín), a pod. Ak v návrhu nie je identifikovaný žiaden konflikt, nasleduje oznámenie na web stránke IUPACu. **Aktuálne: Správa IUPAC o návrhoch názvov a značiek štyroch nových chemických prvkov, z 8. júna 2016** [6]. Takouto správou sú návrhy otvorené na dobu 5 mesiacov pre vyjadrenia verejnosti. V minulosti sa ukázalo sa, že práve 5 mesiacov je najvhodnejší časový interval pre vysvetľujúcu korešpondenciu medzi namietajúcimi a navrhovateľmi, v ktorej sú aktívne aj príslušné orgány IUPAC. Až keď sú pripomienky vysvetlené príp. zohľadnené v návrhu korigovanom a autorizovanom objaviteľmi, návrh je konečný a najvyšší orgán IUPAC schváli pomenovanie a značku nového chemického prvku, ktoré zverejní v oficiálnom časopise IUPAC – Pure and Applied Chemistry. Názov a značka sa tak môžu objaviť v Periodickej tabuľke a začať používať. **Aktuálne: Verejná diskusia o názvoch štyroch nových chemických prvkov skončila 8. novembra 2016. Divízia II – Anorganická chémia, ktorej v IUPACu o. i. prislúcha proces kodifikácie názvov nových chemických prvkov, vyhodnotila podnety z verejnej diskusie, Z pozície afiliovaneho člena tejto divízie môžem nateraz krátko uviesť, že názvy a značky štyroch nových chemických prvkov nadobudnú platnosť po schválení najvyšším orgánom IUPAC tak, ako ich navrhli objavitelia, pričom preklady do národných jazykov môžu zohľadniť slovtvorné jazykové špecifiká.**

Tlačová správa 8. júna 2016 a doporučené IUPACu o pomenovaniach štyroch nových chemických prvkov [5, 6], uvádzajú nasledovné názvy a značky a zdôvodnenia týchto návrhov objaviteľmi:

**Nihonium** so značkou **Nh**, pre chemický prvok s protónovým číslom **Z = 113**,

**Moscovium** so značkou **Mc**, pre chemický prvok s protónovým číslom **Z = 115**,  
**Tennessine** so značkou **Ts**, pre chemický prvok s protónovým číslom **Z = 117**,  
**Oganesson** so značkou **Og**, pre chemický prvok s protónovým číslom **Z = 118**.

Chemický prvok s protónovým číslom 113 je prvým, ktorý objavili v ázijskej krajine a to v Japonsku. Jeho objavitelia (z RIKEN Nishina Center for Accelerator-Based Science) navrhujú názov Nihonium a značku Nh. Slovo Nihon je jednou z dvoch možností ako v japončine túto krajinu pomenovať, výraz doslovne znamená „Krajina vychádzajúceho slnka“. Navrhovaný názov má teda priamu súvislosť s národom a krajinou, kde bol prvok objavený. Tím okolo profesora Kosukeho Morita, ktorý prvok objavil, v návrhu tiež uvádza nádej, že hrdosť a viera vo vedu pomôžu nahradiť skepsu, ktorú pociťujú niektorí obyvatelia po nukleárnej katastrofe vo Fukušime.

Navrhovaný názov pre chemický prvok s protónovým číslom 115 je Moscovium – Mc, a chemický prvok s protónovým číslom 117 sa pravdepodobne bude volať Tennessine - Ts. Objavenie oboch prvkov je výsledkom spolupráce ruských a amerických vedcov v Spojenom ústave jadrového výskumu Dubna (Rusko), Oak Ridge National Laboratory (USA), Vanderbilt University (USA) a Lawrence Livermore National Laboratory (USA). Názov Moscovium poukazuje na moskovskú oblasť – historické ruské územie v ktorom sídli Spojený ústav jadrového výskumu. Názov Tennessine nesie v sebe poukaz na jeden zo severoamerických regiónov a štát v USA, práve v tomto sa totiž nachádzajú pracoviská spoluobjaviteľov – Národné laboratórium Oak Ridge, Univerzita Vanderbilt a Univerzita Tennessee v Knoxville.

Názov posledného chemického prvku, ktorý je takisto výsledkom rusko-americkej vedeckej spolupráce nevychádza z geografie, ale z mena známeho vedca – Jurija Tsolakoviča Oganessianu narodeného v roku 1933. Oganessian a jeho tím objavili takzvané „superťažké prvky“ a tento vedec prispel k výraznému pokroku v jadrovej fyzike superťažkých jadier vrátane experimentálneho dôkazu „ostrova stability“. Objavitelia, oceňujúc osobnosť a vedecký kredit prof. Oganessianu, sa zhodli na spoločnom návrhu názvu a značky chemického prvku s protónovým číslom 118 – Oganesson, Og. (V návrhu taktiež upozorňujú, že je to doteraz druhýkrát v histórii periodickej tabuľky, keď je navrhnutý názov podľa mena žijúceho vedca, prvým takýmto je prvok 106 – Seaborgium, Sg.)

### Dve poznámky na záver

- ❖ Prof. J. Reedijk – predseda divízie IUPAC anorganická chémia, ktorý práve z titulu tejto funkcie viedol korešpondenciu s objaviteľmi štyroch nových chemických prvkov o návrhoch ich názvov a značiek, vo svojom komentári napísal (uvádzame v angličtine): “It is a pleasure to see that specific places and names (country, state, city, and scientist) related to the new elements is recognized in these four names. Although these choices may perhaps be viewed by some as slightly self-indulgent, the names are completely in accordance with IUPAC rules. In fact, I see it as thrilling to recognize that international collaborations were at the core of these discoveries and that these new names also make the discoveries somewhat tangible.”
- ❖ Zhodou okolností necelé dva týždne po zverejnení júnovej správy IUPAC o návrhoch názvov a značiek uvedených štyroch nových chemických prvkov sa konalo výročné zasadanie Slovenského národného komitétu IUPAC, na ktorom bola pochopiteľne reč aj o navrhovaných názvoch a značkách. Prítomní členovia Slovenského národného komitétu IUPAC sa o. i. zhodli, že ohľadne primeraného prekladu názvov nových chemických prvkov do slovenčiny je a bude potrebné osloviť aj Jazykovedný ústav Ľ. Štúra. Náš rodný jazyk má svoje kodifikované gramatické ako aj slovtvorné pravidlá, v odborných vyjadreniach a terminológiách sa však internacionalizuje. Veríme, že práve dobre pripravená konzultácia s jazykovedcami, nám chemikom na Slovensku pomôžu nájsť "správnu rovnovahu" uplatnenia kodifikovaných pravidiel a

internacionalizovania slovenčiny pre názvy štyroch nových chemických prvkov - zatiaľ Nihonium, Nh (prvok 113), Moscovium, Mc (prvok 115), Tennessine, Ts (prvok 117) a Oganesson, Og (prvok 118).

#### Literatúra:

1. **Tlačová správa IUPAC, 30. decembra 2015**, dostupné on-line: <http://iupac.org/discovery-and-assignment-of-elements-with-atomic-numbers-113-115-117-and-118/> .
2. **Discovery of the elements with atomic numbers Z = 113, 115 and 117** (IUPAC Technical Report), Pure Appl. Chem. 2016; 88(1-2): 139–153, dostupné on-line: <http://www.degruyter.com/view/j/pac.2016.88.issue-1-2/pac-2015-0502/pac-2015-0502.xml?format=INT>.
3. **Discovery of the element with atomic number Z = 118 completing the 7th row of the periodic table** (IUPAC Technical Report), Pure Appl. Chem. 2016; 88(1-2): 155–160, dostupné on-line: [Discovery of the element with atomic number Z = 118 completing the 7th row of the periodic table \(IUPAC Technical Report\)](#).
4. **SCIENCE.sk, články a rozhovory, január 2015**, dostupné on-line: <http://science.dennikn.sk/clanky-a-rozhovory/ziva-priroda-a-chemicke-vedy/biologia-a-chemia/6125-zazivame-boom-novych-chemickych-prvkov-coskoro-sa-vsak-zastavi>.
5. **How to name new chemical elements** (IUPAC Recommendations 2016), dostupné on-line: <http://www.degruyter.com/view/j/pac.2016.88.issue-4/pac-2015-0802/pac-2015-0802.xml> .
6. **Tlačová správa IUPAC, 8. júna 2016**, dostupné on-line: <http://iupac.org/iupac-is-naming-the-four-new-elements-nihonium-moscovium-tennessine-and-oganesson/>, alebo <http://iupac.org/recommendation/names-and-symbols-of-the-elements-with-atomic-numbers-113-115-117-and-118/> .