



56. ročník

2019/2020

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie C

Úvodní informace

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Pro účast v soutěži je nutné se registrovat přes webové stránky Chemické olympiády a přihlásit se k řešení vybrané kategorie.

- 1) **Nejsem registrován na webových stránkách ChO:**

<https://olympiada.vscht.cz>

Do 10. 3. 2020 se **zaregistrujte** na webových stránkách ChO a **přihlaste** se na kategorii C Chemické olympiády.

- 2) **Jsem registrován na webových stránkách ChO:**

<https://olympiada.vscht.cz>

Do 10. 3. 2020 se **přihlaste** na kategorii C Chemické olympiády.

Podrobný návod k provedení registrace a přihlášení na soutěžní kategorii naleznete na zmíněných webových stránkách ChO v sekci Organizace ChO pod záložkou Pro studenty.

Učitele prosíme, aby studenty vyzvali k registraci. Pokud student registraci neprovede, členové krajské komise studenta v databázi „neuvidí“ a nebudou ho moci vybrat do krajského kola.

Termíny pro přihlášení ke kategorii jsou pevně dány a dodatečné přihlášení po termínu nebude možné.

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky ve spolupráci s Českou společností chemickou a Českou společností průmyslové chemie vyhlašují 56. ročník předmětové soutěže

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2019/2020

kategorie C

pro žáky 1. a 2. ročníků čtyřletých gymnázií a odpovídající ročníky víceletých gymnázií

Kompletní informace o Chemické olympiádě (Novinky, Úlohy, Harmonogram, Kontakty, Organizační řád, Výsledky, apod.) jsou uvedeny **na webových stránkách ChO (<https://olympiada.vscht.cz>)**.

Chemická olympiáda je předmětová soutěž z chemie, která si klade za cíl podporovat a rozvíjet talentované žáky. Formou zájmové činnosti napomáhá vyvolávat hlubší zájem o chemii a vést žáky k samostatné práci.

Soutěž je jednotná pro celé území České republiky a pořádá se každoročně. Člení se na kategorie a soutěžní kola. Vyvrcholením soutěže pro kategorii A je účast vítězů Národního kola ChO na Mezinárodní chemické olympiádě (IChO), která se koná každoročně. Nejlepší řešitelé krajských kol mají možnost zúčastnit se oblíbených Letních odborných soustředění ChO – Běstvina (www.bestvina.cz) nebo Běstvinka (www.bestvina.cz/p/bestvinka).

České vysoké školy s chemickými obory obvykle nabízejí prominutí přijímací zkoušky uchazečům, kteří se zúčastnili či se stali úspěšnými řešiteli Krajského nebo Národního kola ChO v kategorii A a E, případně B. Aktuální informace o možnosti prominutí přijímací zkoušky pro konkrétní studijní obor a pro daný školní rok naleznete na internetových stránkách vybrané vysoké školy.

Řada vysokých škol nabízí stipendia pro své studenty z řad účastníků ChO. Informace o takových stipendiích naleznete v aktuálním stipendijním řádu vybrané vysoké školy.

Celostátní soutěž řídí Ústřední komise Chemické olympiády v souladu s organizačním řádem. Na území krajů a okresů řídí Chemickou olympiádu krajské a okresní komise ChO. Organizátory krajského kola pro žáky středních škol jsou krajské komise ChO ve spolupráci se školami, krajskými úřady a pobočkami České chemické společnosti a České společnosti průmyslové chemie. Na školách řídí školní kola pověřený učitel (garant školního kola).

V souladu se zásadami pro organizování soutěží je pro vedení školy závazné, v případě zájmu studentů o Chemickou olympiádu, uskutečnit její školní kolo, případně zabezpečit účast studentů v této soutěži na jiné škole.

První kolo soutěže (školní, ŠK) probíhá na školách ve všech kategoriích zpravidla ve třech částech. Jsou to:

- studijní (teoretická) část,
- laboratorní (praktická) část,
- kontrolní test školního kola.

Součástí tohoto dokumentu jsou úlohy teoretické a praktické části školního kola, které jsou ke stažení i na webu ChO. Žáci vypracovávají teoretickou část samostatně doma s případnou pomocí odborné literatury. Praktická část se provádí v laboratoři ve škole po domluvě s učitelem. Obě tyto části lze vypracovávat kdykoli v průběhu stanoveného rozmezí školního kola. Kontrolní test školního kola bude distribuován jako samostatný dokument a píše se formou časově omezené písemné práce v den stanovený v harmonogramu ChO.

Úlohou pedagoga na škole je:

- opravit vypracované úkoly soutěžících, zpravidla podle autorského řešení (učitel či garant ŠK),
- zapsat výsledky školního kola na web ChO a stanovit pořadí soutěžících (garant ŠK)
- provést se soutěžícími rozbor chyb.

Prosíme guaranty o včasný zápis výsledků na web ChO. Dodatečný zápis nebude možný.

Harmonogram 56. ročníku ChO pro kategorii C

Teoretická a praktická část školního kola:	říjen 2019 – březen 2020
Přihlášení k řešení úloh ChO kat. C:	16. 09. 2019 – 10. 03. 2020
Kontrolní test školního kola:	06. – 10. 03. 2020
Zápis výsledků ŠK na web ChO:	06. – 17. 03. 2020

Krajská komise je oprávněna na základě dosažených výsledků ve školním kole vybrat omezený počet soutěžících do krajského kola ChO. Žáci postupující do krajského kola jsou kontaktováni krajskou komisí.

Žáci, jejichž výsledky nebudou zapsány na web ChO, nemusí být do vyššího kola vybráni.

Krajská kola: 02. 04. 2020

Letní odborné soustředění: červenec 2020, Běstvína

Organizátoři vyberou na základě dosažených výsledků v krajských kolech soutěžící, kteří se mohou zúčastnit letního odborného soustředění Chemické olympiády v Běstvině.

Ústřední komise Chemické olympiády děkuje všem učitelům, ředitelům škol a dobrovolným pracovníkům, kteří se na průběhu Chemické olympiády podílejí. Soutěžícím pak přeje mnoho úspěchů při řešení soutěžních úloh.



56. ročník

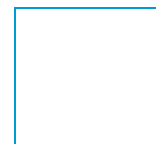
2019/2020

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie C

Teoretická část – Zadání

60 bodů



TEORETICKÁ ČÁST

60 BODŮ

Autoři

PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc.

Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

Mgr. Jitka Štrofová, Ph.D.

Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

Recenze

RNDr. Jan Rohovec, Ph.D.

Geologický ústav AVČR, Praha

RNDr. Karel Lichtenberg, CSc.

Gymnázium, České Budějovice, Jírovcova 8

Téma: Významné nekovové prvky v anorganické chemii a jejich sloučeniny

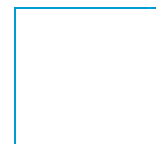
Základní rozsah poznatků potřebných k řešení chemické olympiády je určen teoretickými úlohami školního kola. Letošní úlohy ChO kategorie C jsou zaměřeny na významné pevné nekovové prvky (uhlík, síra aj.) v anorganické chemii a jejich sloučeniny.

Pro snazší orientaci uvádíme kapitoly v učebnicích A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia, 1. a 2. díl (dále jen MH – 1. díl / 2. díl), v nichž najdete požadované informace. Efektivitu vaší přípravy významně zvýší seznámení s odpovídajícími úlohami ze Sbírký řešených příkladů z chemie (dále jen MH – sbírka; viz Doporučená literatura, odkaz 2).

V dalších doporučených informačních zdrojích se orientujte podle rejstříku nebo názvů kapitol.

Potřebné znalosti a dovednosti:

1. Znalost základních stechiometrických výpočtů (látkové množství, molární hmotnost, molární objem, výpočty z chemických rovnic, objemy plynů za normálních i změněných podmínek – stavová rovnice ideálního plynu, složení roztoků – hmotnostní zlomek, objemový zlomek, látková koncentrace, termochemické výpočty – reakční entalpie (reakční teplo), spalná a slučovací entalpie, výhřevnost).
MH – 1. díl: kap. 3, 4.2.4., 5.1.3., 5.1.4., 6.1. + MH – sbírka
2. Chemické reakce a rovnice – srážecí reakce, redoxní reakce, acidobazické reakce (vyčíslování chemických rovnic i v iontové formě).
MH – 1. díl: kap. 4.1., 4.2. + MH – sbírka
3. Kyseliny, zásady – protolytické rovnováhy, disociace.
MH – 1. díl: kap. 8. + MH – sbírka



4. Názvosloví základních anorganických sloučenin (systematické, mineralogické i triviální); věnujte pozornost i tzv. atomovým skupinám (viz např. A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia. 1. díl, Nakladatelství Olomouc 1998, str. 223–224, vč. poznámky o karbonylech)
MH – 1. díl: závěrečné kapitoly 1 a 2
5. Významné sloučeniny nekovových prvků v praxi, běžně užívané výrobní postupy.
MH – 1. díl: Nepřechodné prvky, zejm. kapitoly 4, 5, 6, 7
6. Základní učivo o jednoduchých organických sloučeninách
MH – 2. díl, viz výčet pojmů: plynné alkany a jejich spalování, ethyn, acetylidy, benzen, hexan, izomery, adice, vinyl, polymerace, PVC, ethanol, kyselina octová, octany (acetáty), halogenderiváty methanu, fosgen.
7. Základní znalosti a dovednosti pro přípravu roztoků a stanovení odměrné analýzy se zaměřením na acidobazické titrace.
MH – 2. díl: Analytická chemie kvantitativní, odd. 2.2.
8. Základní znalosti a dovednosti při kvalitativní analýze (důkazy iontů).
MH – 2. díl: Analytická chemie kvalitativní, odd. 1 + příloha A, příloha B

Pozn.: Molární hmotnosti prvků potřebné k výpočtům ve školním kole najdete v periodické soustavě prvků, jejich hodnoty uvažujte s přesností na dvě desetinná místa.

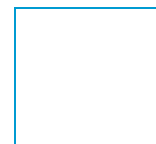
Doporučená literatura:

Základní – učebnice chemie pro gymnázia a základní školy:

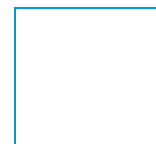
- 1) A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia. 1. a 2. díl, Nakladatelství Olomouc 1998.
- 2) A. Mareček, J. Honza: Sbíрка řešených příkladů z chemie, Proton, Brno 1998.
- 3) V. Šrámek, L. Kosina: Chemie obecná a anorganická, FIN, Olomouc 1996.
- 4) V. Flemr, B. Dušek: Chemie (obecná a anorganická) I pro gymnázia, SPN, Praha 2001.
- 5) J. Vacík: Přehled středoškolské chemie, SPN, Praha 1995.
- 6) Libovolná učebnice fyziky pro gymnázia, příp. internetové zdroje: *stavová rovnice ideálního plynu, teplo.*

Rozšiřující:

- 1) N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemie prvků I, Informatorium, Praha 1993, str. 317–361.
- 2) G. I. Brown: Úvod do anorganické chemie, SNTL/Alfa 1982, str. 92–100, 110–116, 166–178, 213–238.
- 3) J. Gažo: Všeobecná a anorganická chémie, SNTL/Alfa, Bratislava 1981, str. 296–328, 380–401.
- 4) J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL/Alfa Praha 1985, str. 320–344, 374–400.
- 5) V. Flemr, E. Holečková: Úlohy z názvosloví a chemických výpočtů v anorganické chemii, VŠCHT, Praha 1997, str. 65–161.
- 6) Novák, J. a kol.: Fyzikální chemie: bakalářský kurz. VŠCHT, Praha 2005, str. 49–58. Dostupné online: https://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-559-6
- 7) Malijevský, A.: Breviář z fyzikální chemie. VŠCHT, Praha 2000. ISBN 978-80-7080-403-2. L. Bartovská, J. Novák a kol.: Úlohy z fyzikální chemie: bakalářský kurz. VŠCHT, Praha 2005, str. 8–9, 73–79.
- 8) <http://www.vscht.cz/fch/cz/pomucky/FCH4Mgr.view.pdf>
(kap. 2.1 Ideální plyn; 3.5 Termochemie)
- 9) další internetové zdroje

**Úloha 1 Neznámé látky a jejich vlastnosti****16 bodů**

- 1) První neznámá látka (A) se dříve získávala vedením par síry přes rozžhavený koks, v současné době se dává přednost katalytické reakci síry se zemním plynem (reakce I). Látka A je známá pod jiným názvem v organické chemii (A_1) a v anorganické chemii (A_2). Za normálních podmínek je to bezbarvá kapalina, která má typické aroma podobné benzenu. Pokud je znečištěná, či staršího data, nepříjemně zapáchá a na světle žloutne. Je to jedovatá hořlavina a výborné rozpouštědlo zejména organických látek. Za zvýšené teploty reaguje s vodou za vzniku látek B (oxid) a C (zapáchající plyn po zkažených vejcích) (reakce II). S oxidem siřovým reaguje za vzniku látek D (obsahuje karbonyl) a E (oxid) (reakce III).
- a) **Určete chemické vzorce a pojmenujte neznámé látky A-E.**
- b) **Zapište rovnice uvedených reakcí (I-III).**
- 2) Druhá neznámá dvouprvková látka A se vyrábí reakcí páleného vápna s uhlíkem v elektrické peci (reakce I). Při této reakci kromě zmiňované látky ještě vzniká jedovatý plynný oxid uhlíku. Hydrolyzou látky A se připraví velmi významný reaktivní plyn B (reakce II), který patří mezi uhlovodíky. Adicí chlorovodíku na látku B lze připravit látku C (reakce III), která je průmyslově významným monomerem a lze ji velice snadno polymerovat na látku D (reakce IV), která patří k nejméně významným plastům. Významný francouzský chemik M. Berthelot, který připravil mnoho organických sloučenin, v roce 1866 připravil za zvýšeného tlaku a teploty (500 °C) z látky B látku E, která je jejím tzv. trimerem (reakce V) a je patrně nejznámějším aromatickým uhlovodíkem.
- a) **Napište názvy a vzorce látek A-E.**
- b) **Napište rovnice všech uvedených reakcí (I-V).**

**Úloha 2 Systematické a triviální názvy****7 bodů****1) Napište systematické či triviální názvy, případně uveďte vzorce látek v tabulce.**

TRIVIÁLNÍ ČI MINERALOGICKÝ NÁZEV	VZOREC	SYSTEMATICKÝ NÁZEV
sádra		
	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	
		uhličitan železnatý
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	
		disulfid železnatý
sfalerit		
	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	

Úloha 3 Výpočet z rovnice – příprava významného oxidu**10 bodů**

Významný oxid se v laboratoři připravuje rozpouštěním vápence ve zředěné kyselině chlorovodíkové. Máme-li k dispozici 25 g vápence, který obsahuje 10 % inertních nečistot (např. křemenného písku, které s kyselinou chlorovodíkovou nereagují),

1) vypočítejte:

- objem (v dm^3) uvolněného oxidu při teplotě 20°C a tlaku 100 kPa,
- hmotnost připraveného hexahydrátu chloridu vápenatého,
- látkovou koncentraci a objem použitého roztoku kyseliny chlorovodíkové o hmotnostním zlomku $w(\text{HCl}) = 15\%$ (hustota roztoku kyseliny chlorovodíkové je $1,072 \text{ g cm}^{-3}$), právě potřebného k úplnému rozpuštění vápence.

Molární (univerzální) plynová konstanta $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.



Úloha 4 Chemické reakce a rovnice

10 bodů

1) Zapište a vyčíste rovnice následujících významných průmyslových či laboratorních dějů:

- žhání fosforečnanu trivápenatého s uhlíkem a oxidem křemičitým za vzniku křemičitanu, fosforu a oxidu uhelnatého,
- reakcí sulfidu arsenitého s dusičnanem sodným a uhličitanem sodným vzniká tetraoxoarseničan, síran, dusitan a oxid uhličitý,
- reakce thiosíranu sodného s jodem za vzniku tetrathionanu sodného a jodidu sodného,
- reakce siřičitanu draselného s jodem ve vodném prostředí vzniká síran draselný a kyselina jodovodíková.

Reakce c) a d) zapište též v iontové zkrácené formě.

Úloha 5 Termochemický výpočet

10 bodů

K ohřevu nebo vytápění se používá zemní plyn. Zemní plyn obsahuje převážně methan (93–95 %), dále vyšší uhlovodíky (1–5 %) a inertní plyny (0,5–2 %).

Pro následující výpočty předpokládejte, že je zemní plyn tvořen pouze methanem, který se chová jako ideální plyn. K výpočtům využijte údaje uvedené v následující tabulce.

	$\Delta_{\text{sl}}H^\circ(298,15 \text{ K})$ [kJ·mol ⁻¹]
CH ₄ (g)	-74,69
CO ₂ (g)	-393,51
H ₂ O (g)	-241,81
H ₂ O (l)	-285,84
O ₂ (g)	0

1) Zapište chemickou rovnici dokonalého spalování CH₄.

U jednotlivých látek uvádějte skupenský stav (*s*, *l*, *g*).

2) Vypočtete, kolik tepla získáme:

- spálením jednoho molu CH₄,
- spálením 1 m³ CH₄, měřeno za teploty 25 °C a tlaku 101,325 kPa.



- 3) Kolik kilogramů vody by se dalo ohřát z počáteční teploty 25 °C na teplotu 100 °C teplem získaným spálením 1 m³ CH₄?
Měrná tepelná kapacita vody je 4,18 kJ·kg⁻¹·K⁻¹, zanedbejte její závislost na teplotě.
- 4) Určete výhřevnost methanu, její hodnotu uveďte v MJ·m⁻³ (při 25 °C a 101,325 kPa).

Poznámka:

Při spalování uhlovodíků se uvažuje voda kapalná (při teplotě 25 °C a tlaku 101,325 kPa, v případě výhřevnosti naopak voda ve formě vodní páry).

Molární (univerzální) plynová konstanta $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Úloha 6 Bojová chemická látka

7 bodů

- 1) Rozhodněte o pravdivosti následujících tvrzení.

(Tajenka je slovo čtené pozpátku podle přiřazených písmen ke správným odpovědím)

	ANO	NE
a) kyselina uhličitá je silná kyselina	D	N
b) uhličitán hořečnatý je dobře rozpustný ve vodě	I	E
c) voda je neomezeně mísitelná s ethanolem	G	F
d) methanol byla první synteticky připravená organická sloučenina	L	S
e) spalování organických látek je redoxní reakce	O	U
f) benzen a hexan jsou izomery	S	F

Tajenka:

- 2) V tajence je ukryt název látky, která byla prvně připravená v roce 1812 anglickým chemikem Johnem Davym. Tato látka byla použita v 1. světové válce jako bojová chemická látka. Vzniká syntézou oxidu uhelnatého s chlorem v přítomnosti katalyzátoru (aktivní uhlí nebo platina).
- a) Napište vzorec a uveďte systematický název látky z tajenky,
- b) napište rovnici hydrolýzy uvedené látky.
- c) Látka z tajenky se působením např. zinku rozkládá na chlorid a oxid. Zapište uvedený děj chemickou rovnicí.



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A											
1 H 1 1,00794 Vodík											B 5 10,811 Bor	C 6 12,011 Uhlík	N 7 14,007 Dusík	O 8 15,999 Kyslík	F 9 18,998 Fluor	He 2 4,0026 Helium											
2 II. A	Li 3 6,941 Lithium	Be 4 9,0122 Beryllium											Al 13 26,982 Hliník	Si 14 28,085 Křemík	P 15 30,974 Fosfor	S 16 32,06 Síra	Cl 17 35,453 Chlor	Ne 10 20,179 Neon									
3	Na 11 22,990 Sodík	Mg 12 24,305 Hořečík	3 III. B	4 IV. B	5 V. B	6 VI. B	7 VII. B	8 VIII. B	9 VIII. B	10 VIII. B	11 I. B	12 II. B	Ar 18 39,948 Argon														
4	K 19 39,098 Draslík	Ca 20 40,078 Vápník	Sc 21 44,956 Skandium	Ti 22 47,867 Titan	V 23 50,942 Vanad	Cr 24 51,996 Chrom	Mn 25 54,938 Mangan	Fe 26 55,845 Železo	Co 27 58,933 Kobalt	Ni 28 58,693 Nikl	Cu 29 63,546 Měď	Zn 30 65,38 Zinek	Ga 31 69,723 Gallium	Ge 32 72,61 Germanium	As 33 74,922 Arzen	Se 34 78,971 Selen	Br 35 79,904 Brom	Kr 36 83,798 Krypton									
5	Rb 37 85,468 Rubidium	Sr 38 87,62 Stroncium	Y 39 88,906 Yttrium	Zr 40 91,224 Zirkonium	Nb 41 92,906 Niob	Mo 42 95,95 Molybden	Tc 43 -98 Technecium	Ru 44 101,07 Ruthenium	Rh 45 102,91 Rhodium	Pd 46 106,42 Palladium	Ag 47 107,87 Stříbro	Cd 48 112,41 Kadmium	In 49 114,82 Indium	Sn 50 118,71 Cín	Sb 51 121,75 Antimon	Te 52 127,60 Tellur	I 53 126,90 Jod	Xe 54 131,29 Xenon									
6	Cs 55 132,91 Cesium	Ba 56 137,33 Baryum											Hf 72 178,49 Hafnium	Ta 73 180,95 Tantal	W 74 183,84 Wolfram	Re 75 186,21 Rhenium	Os 76 190,23 Osmium	Ir 77 192,22 Iridium	Pt 78 195,08 Platina	Au 79 196,97 Zlato	Hg 80 200,59 Rtuť	Tl 81 204,38 Thallium	Pb 82 207,20 Olovo	Bi 83 208,98 Bismut	Po 84 -209 Polonium	At 85 -210 Astat	Rn 86 -222 Radon
7	Fr 87 -223 Francium	Ra 88 226,03 Radium											Rf 104 261,11 Rutherfordium	Db 105 262,11 Dubnium	Sg 106 263,12 Seaborgium	Bh 107 262,12 Bohrium	Hs 108 270 Hassium	Mt 109 268 Meitnerium	Ds 110 281 Darmstadtium	Rg 111 280 Roentgenium	Cn 112 277 Kopernicium	Nh 113 -287 Nihonium	Fl 114 289 Flerovium	Mc 115 -288 Moscovium	Lv 116 -289 Livermorium	Ts 117 -291 Tennessin	Og 118 293 Oganesson

Diagram illustrating the structure of an element box for Vanadium (V):

- 50,942: Relativní atomová hmotnost
- V: Značka
- 23: Protonové číslo
- 1,50: Elektronegativita
- Vanad: Název

6	LANTHANOIDY	La 57 138,91 Lanthan	Ce 58 140,12 Cer	Pr 59 140,91 Praseodym	Nd 60 144,24 Neodym	Pm 61 -145 Promethium	Sm 62 150,36 Samarium	Eu 63 151,96 Europium	Gd 64 157,25 Gadolinium	Tb 65 158,93 Terbium	Dy 66 162,50 Dysprosium	Ho 67 164,93 Holmium	Er 68 167,26 Erbium	Tm 69 168,93 Thulium	Yb 70 173,04 Ytterbium	Lu 71 174,97 Lutecium
7	AKTINOIDY	Ac 89 227,03 Aktinium	Th 90 232,04 Thorium	Pa 91 231,04 Proaktinium	U 92 238,03 Uran	Np 93 237,05 Neptunium	Pu 94 {244} Plutonium	Am 95 -243 Americium	Cm 96 -247 Curium	Bk 97 -247 Berkelium	Cf 98 -251 Kalifornium	Es 99 -252 Einsteinium	Fm 100 -257 Fermium	Md 101 -258 Mendělevium	No 102 -259 Nobelium	Lr 103 -260 Lawrencium