



61. ročník

2024/2025

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie E

1. Praktická část – Zadání

30 bodů, 210 minut + 10 minut čtení



PRAKTICKÁ ČÁST

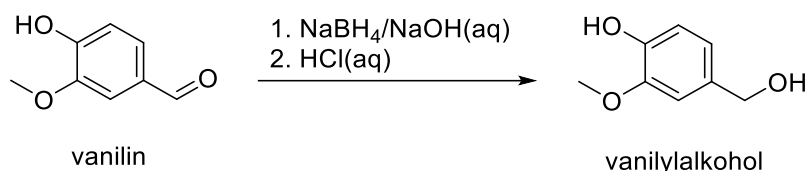
30 BODŮ

Úloha 1 Redukce vanilinu na vanilylalkohol

15 bodů

Vanilylalkohol (4-hydroxymethyl-2-methoxyfenol, $C_8H_{10}O_3$, $M = 154,17 \text{ g mol}^{-1}$) je derivát vanilinu, který vykazuje silnou antibakteriální aktivitu. V současné době se testuje jeho využití v potravinářském průmyslu jako přírodního konzervantu a má synergické účinky s eugenolem. Vanilylalkohol vykazuje antimikrobiální vlastnosti proti grampozitivním a gramnegativním bakteriím, včetně *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*. Modely *in vivo* ukazují, že vanilylalkohol není toxický pro člověka.

Vanilylalkohol je možné připravit redukcí vanilinu použitím tetrahydridoboritanu sodného jako mírného redukčního činidla:



V následující úloze provedete:

- Redukci vanilinu na vanilylalkohol pomocí tetrahydridoboritanu sodného.
- Izolaci vanilylalkoholu z reakční směsi a jeho charakterizaci pomocí TLC a měření bodu tání.

Pomůcky

- lihový fix a tužka
- magnetická míchačka a magnetické míchadlo
- křížová svorka (2×)
- baňka s kulatým dnem 100 ml s NZ 29/32
- odměrný válec 50 ml (2×)
- gumové těsnění na odsávací baňku
- filtrační papír
- plastová miska na chlazení
- kádinka 50 ml (2×)
- kádinka 250 ml (2×)
- hadice na připojení k chladiči
- špachtle (2×)
- násypka
- indikátorové papírky
- předvážky s přesností 0,01 g
- zátka plastová NZ 29/32
- výrobník ledu
- skleněná kapilára nebo Pasteurova pipeta (4×)
- UV lampa 254 nm pro vyhodnocení TLC
- sušárna na chemikálie
- podstavec pod baňku s kulatým dnem 100 ml
- dělicí nálevka 250 ml dle Squibba se zátkou
- filtrační nálevka
- papírové utěrky
- stojan (2×)
- držák na NZ 29/32 (2×)
- odměrný válec 10 ml
- odsávací baňka 500 ml se skleněnou olivkou
- Büchnerova nálevka
- nůžky
- stříčka s destilovanou vodou
- laboratorní zvedáček
- kádinka 100 ml (4×)
- hodinové sklo na přikrytí kádinky 250 ml
- lžička (2×)
- pinzeta
- plastové kapátko (3×)
- skleněná tyčinka (2×)
- sada dvou pasujících Petriho misek
- zdroj vakua
- zkumavky nebo vialky pro TLC analýzu (5×)
- TLC destička s UV indikátorem 254 nm (3,0×6,0 cm)
- aparatura pro stanovení bodu tání
- savička
- filtrační kruh
- varné kamínky



Chemikálie

- vanilin $C_8H_8O_3$ č. ($M = 152,15 \text{ g mol}^{-1}$)
- tetrahydridoboritan sodný $NaBH_4$ č. ($M = 37,83 \text{ g mol}^{-1}$)
- hydroxid sodný $NaOH$ 1,0M vodný roztok
- kyselina chlorovodíková HCl 6,0M vodný roztok
- ethyl-acetát $CH_3COOCH_2CH_3$ č. ($\rho = 0,90 \text{ g cm}^{-3}$)
- hydrogenuhličitan sodný $NaHCO_3$ cca 10% vodný roztok
- chlorid sodný $NaCl$ nasycený vodný roztok
- síran sodný bezvodý Na_2SO_4 č.
- mobilní fáze pro TLC (dichlormethan-methanol-kyselina octová – 98,5:1,0:0,5 obj.)
- aceton $(CH_3)_2CO$ č.
- vanilylalkohol $C_8H_{10}O_3$ standard pro TLC
- destilovaná voda

Chemikálie	H-věty	
vanilin	H319	Způsobuje vážné podráždění očí.
ethanol	H225 H319	Vysoce hořlavá kapalina a páry. Způsobuje vážné podráždění očí.
tetrahydridoboritan sodný	H260 H301 H314 H360fd EUH 014	Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny, které se mohou samovolně vznítit. Toxický při požití. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Může poškodit reprodukční schopnost nebo plod v těle matky Prudce reaguje s vodou.
hydroxid sodný 1,0M roztok	H314	Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
kyselina chlorovodíková 6,0M vodný roztok	H290 H314 H335	Může být korozivní pro kovy. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Může způsobit podráždění dýchacích cest.
ethyl-acetát	H225 H319 H336 EUH 066	Vysoce hořlavá kapalina a páry. Způsobuje vážné podráždění očí. Může způsobit ospalost nebo závratě. Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže.
dichlormethan	H315 H319 H336 H351	Dráždí kůži. Způsobuje vážné podráždění očí. Může způsobit ospalost nebo závratě. Podezření na vyvolání rakoviny.
methanol	H225 H301 H311 H331 H370	Vysoce hořlavá kapalina a páry. Toxický při požití. Toxický při styku s kůží. Toxický při vdechování. Způsobuje poškození orgánů (nervová soustava).
kyselina octová	H226 H314	Hořlavá kapalina a páry. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
aceton	H225 H319 H336	Vysoce hořlavá kapalina a páry. Způsobuje vážné podráždění očí. Může způsobit ospalost nebo závratě.
vanilylalkohol	-	
hydrogenuhličitan sodný cca 10% vodný roztok	-	
chlorid sodný nasycený	-	
síran sodný bezvodý	-	



Pracovní postup

- Do zábrusové baňky s kulatým dnem o objemu 100 ml opatřené magnetickým míchadlem navažte 5,70 g vanilinu a přidejte 38 ml 1M roztoku hydroxidu sodného.
- Baňku umístíte pomocí držáku a svorky nad magnetickou míchačku a za stálého míchání vanilin v hydroxidu rozpustíte.
- Jakmile dojde k rozpuštění vanilinu, umístíte baňku do ledové lázně a pokračujte v míchání.
- Během této doby si odvažte 1,43 g pevného tetrahydridoboritanu sodného.
- Odvážený tetrahydridoboritan sodný přidejte v pěti dávkách k roztoku vanilinu v ledové lázni. Jedná se o prudce exotermickou reakci! Další přídavek realizujte vždy až dojde k vyčerení roztoku po předchozím přídávku.
- Po ukončení přídávku alkalického roztoku tetrahydridoboritanu sodného vyjměte baňku z ledové lázně a reakční směs míchejte ještě 30 minut při laboratorní teplotě.
- Následně baňku opět umístíte do ledové lázně a nechte ji řádně za stálého míchání vychladnout.
- Do ledové reakční směsi po malých kapkách (!) přidávejte 6M roztok kyseliny chlorovodíkové, dokud dochází k vývoji plynu. Jakmile vývoj plynu ustane, zkontrolujte pH-papírkem, zda je pH reakční směsi zřetelně kyselé (pH \approx 2). Pokud reakční směs nemá zřetelně kyselou reakci, pokračujte v neutralizaci 6M kyselinou chlorovodíkovou do dosažení pH \approx 2.
- Po neutralizaci ponechte směs ohřát na laboratorní teplotu a převedte ji do dělicí nálevky.
- Reakční směs v dělicí nálevce extrahujte 3× po sobě jdoucími dávkami 20 ml ethyl-acetátu.
- Spojené organické extrakty protřepejte dále s 50 ml 10% roztoku hydrogenuhličitanu sodného a následně s 50 ml nasyceného roztoku chloridu sodného.
- Takto přečištěný roztok produktu v ethyl-acetátu vysušte v kádince pomocí bezvodého síranu sodného a sušidlo odfiltrujte na skládaném filtru.
- Filtrát jímejte do kádinky o objemu 250 ml opatřené varnými kamínky (následně zahřívání plotýnkou) nebo magnetickým míchadlem (následně zahřívání na magnetické míchačce).
- Roztok produktu v ethyl-acetátu zahustíte odvařením rozpouštědla v digestoři na cca $\frac{1}{2}$ původního objemu (nejvýše ale 30 ml).
- Odvařený roztok následně ponechejte zchladnout na laboratorní teplotu a následně ochladte v ledové lázni za současného tření tyčinkou o stěny kádinky.
- Produkt následně z ledové suspenze izolujte filtrací za sníženého tlaku na Büchnerově nálevce.
- Produkt na filtru promyjte 1× nejvýše 10 ml ledového ethyl-acetátu a ponechte jej prosávat vzduchem nejméně po dobu 10 minut.
- Poté produkt vysušte v sušárně vyhřáté na 80 °C nejméně po dobu 20 minut.
- Produkt zvažte a do pracovního listu zapište výtěžek (ten bude po následném vysušení produktu zkontrolován laboratorním dozorem a převážen) a odevzdejte jej laboratornímu doзору mezi dvěma Petriho miskami s popiskem vašeho startovního čísla.
- U suchého produktu provede laboratorní dozor stanovení bodu tání.
- Se suchým produktem realizujte TLC analýzu oproti standardu výchozí látky (vanilinu) a standardu produktu (vanilylalkohol).
Rozpouštědlo: aceton
Mobilní fáze: dichlormethan-methanol-kyselina octová – 98,5 : 1,0 : 0,5 obj.
- TLC destičku popište z hliníkové strany vašim startovním číslem a odevzdejte laboratornímu doзору.



Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

- 1) Do pracovního listu uveďte přesné navážky vanilinu a tetrahydridoboritanu sodného, které jste použili pro syntézu.
- 2) Vypočítejte teoretický výtěžek produktu.
- 3) Zapište praktický výtěžek a stanovte procentuální výtěžek vašeho produktu (bude následně korigováno laboratorním dozorem po vysušení).
- 4) Popište vlastnosti produktu (barva, skupenství, zápach).
- 5) Vyhodnocení čistoty na základě bodu tání provede laboratorní dozor.
- 6) Vyhodnoťte TLC výchozí látky a produktu – počet skvrn, jejich retenční faktory a pravděpodobné složení. Vyjádřete se k čistotě produktu reakce. TLC přiložte k pracovnímu listu.
- 7) Zapište chemickou rovnici reakce, která probíhá mezi nezreagovaným tetrahydridoboritanem sodným a přídanou kyselinou chlorovodíkovou.
- 8) Bod tání vanilylalkoholu (115 °C) je výrazně vyšší, než bod tání vanilinu (82 °C). Zdůvodněte tento markantní rozdíl.
- 9) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.



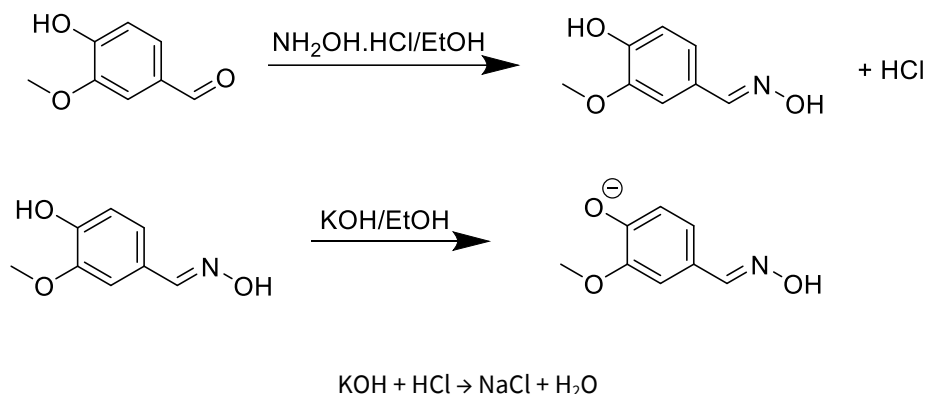
Úloha 2 Stanovení vanilinu hydroxylaminovou metodou

15 bodů

Vanilin (4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyd, $C_8H_8O_3$, $M = 152,15 \text{ g mol}^{-1}$) se kromě potravinářského aroma používá v parfumerii, jako zviditelňovač skvrn na TLC a v poslední době nachází široké uplatnění ve výrobě bioplastů.

Čistotu komerčního vanilinu, který je možné vyrábět mnoha metodami (chemická syntéza, syntéza z ligninu či biotechnologické postupy), je, zejména pro potravinářské účely, nutné pravidelně kontrolovat. Ačkoliv titrační stanovení vanilinu není v současnosti nejpoužívanější metodou jeho stanovení, nachází stále uplatnění v praxi.

Vanilin je možné, vzhledem k jeho kyselé fenolické skupině, stanovit alkalimetry, resp. zpětně acidimetry s vizuální indikací bodu ekvivalence. Jako vhodné se ukázalo do reakční směsi při titraci zároveň přidávat hydroxylamin-hydrochlorid ($NH_2OH \cdot HCl$), který derivatizuje aldehydickou skupinu na oxim. Samotné stanovení tak probíhá tak, že se derivatizuje vanilin hydroxylamin-hydrochloridem za vzniku oximu a uvolnění jednoho ekvivalentu silné kyseliny. K tomu roztoku se následně přidá nadbytek odměrného roztoku KOH, který reaguje s kyselinou fenolickou skupinou a zároveň uvolněným ekvivalentem silné kyseliny, a jehož nezreagovaný podíl se stanoví titrací odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové.



V této úloze provedete:

- Zpětné acidimetrické stanovení vanilinu hydroxylaminovou metodou s vizuální indikací bodu ekvivalence.

Pomůcky

- lihový fix a tužka
- stojan
- držák na byretu
- nálevka na doplňování byrety
- nálevka hladká menších rozměrů
- odměrný válec 50 ml
- pipeta nedělená 10 ml
- pipeta nedělená 20 ml
- kádinka 100 ml (2×)
- kádinka 250 ml
- plastové kapátko (2×)
- špachtle
- analytické váhy
- titrační baňka 250 ml (3×)
- papírové utěrky
- křížová svorka
- byreta 25 ml s teflonovým kohoutem
- lodička na vážení
- odměrný válec 10 ml
- skleněná tyčinka
- pipetovací balonek
- kádinka 150 ml
- kádinka 400 ml
- lžička
- předvážky s přesností 0,01 g
- odměrná baňka 100 ml se zátkou
- magnetická míchačka a míchadlo
- bílá podložka pod titrační baňku



Chemikálie

- vzorek komerčního pevného vanilinu ($C_8H_8O_3$, $M = 152,15 \text{ g mol}^{-1}$)
- ethanol C_2H_5OH techn.
- hydroxid draselný KOH 0,50M odměrný roztok v ethanolu (přesná koncentrace je uvedena na zásobní lahvi)
- hydroxylamin-hydrochlorid $NH_2OH \cdot HCl$ 1,0M roztok v 60% (V/V) ethanolu
- kyselina chlorovodíková HCl 0,50M odměrný roztok (přesná koncentrace je uvedena na zásobní lahvi)
- dimethylová žluť 0,2% roztok v ethanolu
- destilovaná voda

Chemikálie	H-věty
vanilin	H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
hydroxid draselný 0,50M odměrný roztok v ethanolu	H290 Může být korozivní pro kovy. H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H302 Zdraví škodlivý při požití. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
hydroxylamin-hydrochlorid 1,0M roztok v 60% ethanolu	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H290 Může být korozivní pro kovy. H302 Zdraví škodlivý při požití. H312 Zdraví škodlivý při styku s kůží. H315 Dráždí kůži. H317 Může vyvolat alergickou kožní reakci. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H351 Podezření na vyvolání rakoviny. H373 Může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici. H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.
kyselina chlorovodíková 0,50M odměrný roztok	H290 Může být korozivní pro kovy.
ethanol	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H319 Způsobuje vážné podráždění očí.
dimethylová žluť 0,2% roztok v ethanolu	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H301 Toxický při požití. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H351 Podezření na vyvolání rakoviny.

Pracovní postup

- Na analytických vahách si diferenčně odvažte přesně přibližně 4,0 g komerčního vzorku vanilinu.
- Navážku vanilinu rozpusťte v kádince v 50–75 ml ethanolu. Rozpuštěný vzorek kvantitativně převedte do odměrné baňky o objemu 100,0 ml a vzorek v baňce doplňte ethanolem po značku a dobře homogenizujte.
- Sestavte si klasickou titrační aparaturu a byretu si naplňte 0,50M odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové.
- Do titrační baňky si odpipetujte 10,00 ml připraveného roztoku vzorku, přidejte odměrným válcem 8 ml ethanolického roztoku hydroxylamin-hydrochloridu a promíchejte. Do roztoku v titrační baňce dále odpipetujte 20,00 ml ethanolického roztoku hydroxidu draselného a přidejte 5 kapek roztoku dimethylové žluti a směs rovněž promíchejte.
- Obsah titrační baňky titrujte 0,50M odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové z kanárkově žlutého do meruňkového zbarvení.
- Titraci proveďte aspoň 3× a spotřeby si zaznamenejte.



Vyhodnocení a otázky (vypracujte do pracovního listu)

- 1) **Do pracovního listu uveďte přesnou navážku pevného vzorku vanilinu a přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného i kyseliny chlorovodíkové, které jste použili pro stanovení.**
- 2) **Do tabulky v pracovním listu uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové a запиšte přijatou hodnotu spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové.**
- 3) **Vypočítejte čistotu předloženého preparátu vanilinu v hm. %.**
- 4) **Zdůvodněte, proč je vhodné do reakce přidávat hydroxylamin-hydrochlorid.**
- 5) **Některé vzorky vanilinu, které dlouho stojí na vzduchu, mohou vykazovat uvedenou metodou čistotu vyšší než 100%. Čím je to způsobeno?**
- 6) **Jakou rychlou instrumentální metodu byste zvolili pro stanovení vanilinu?**
- 7) **Nakreslete strukturní elektronový vzorec hydroxylamin-hydrochloridu.**
- 8) **Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.**

4) Popište vlastnosti produktu (barva, skupenství, zápach).

Popis produktu:

body:

5) Vyhodnocení čistoty na základě bodu tání (provede laboratorní dozor).

Naměřený bod tání:

body:

6) Vyhodnoťte TLC výchozí látky a produktu – počet skvrn, jejich retenční faktory a pravděpodobné složení. Vyjádřete se k čistotě produktu reakce. TLC přiložte k pracovnímu listu.

Vyhodnocení TLC:

vzorek	počet skvrn	R_F / 1 pro jednotlivé skvrny
standard vanilinu		
standard vanilylalkoholu		
připravený produkt		

Vyjádření k čistotě produktu reakce:

body:

--

- 7) Zapište chemickou rovnici reakce, která probíhá mezi nezreagovaným tetrahydridboritanem sodným a přidanou kyselinou chlorovodíkovou.

Rovnice:	body:
----------	--------------

- 8) Bod tání vanilylalkoholu (115 °C) je výrazně vyšší, než bod tání vanilinu (82 °C). Zdůvodněte tento markantní rozdíl.

Zdůvodnění:	body:
-------------	--------------

- 9) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.

Seznam prohřešků proti správné laboratorní praxi (vyplní organizátor/dozor v laboratoři) včetně příslušné bodové ztráty.	body:
--	--------------

Úloha 2 Stanovení vanilinu hydroxylaminovou metodou**15 bodů**

- 1) Uveďte přesnou navážku pevného vzorku vanilinu a přesnou koncentraci odměrného roztoku hydroxidu sodného i kyseliny chlorovodíkové, které jste použili pro stanovení.

Přesná navážka vzorku vanilinu:

Přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH:

Přesná koncentrace odměrného roztoku HCl:

- 2) Uveďte jednotlivé spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové a запиšte přijatou hodnotu spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové.

Spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové:

V_1 (HCl) / ml	V_2 (HCl) / ml	V_3 (HCl) / ml	V_4 (HCl) / ml	$V_{\text{přijata}}$ (HCl) / ml

body:

--

- 5) Některé vzorky vanilinu, které dlouho stojí na vzduchu, mohou vykazovat uvedenou metodou čistotu vyšší než 100%. Čím je to způsobeno?

Vysvětlení:	
	body:

- 6) Jakou rychlou instrumentální metodu byste zvolili pro stanovení vanilinu?

Navržená metoda:	
	body:

- 7) Nakreslete strukturní elektronový vzorec hydroxylamin-hydrochloridu.

Strukturní elektronový vzorec:	
	body:

- 8) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.

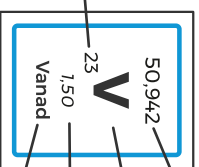
Seznam prohřešků proti správné laboratorní praxi (vyplní organizátor/dozor v laboratoři) včetně příslušné bodové ztráty.	
	body:



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

18
VIII. A

1 I. A	2											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A																
1 1.00794 H Vodík	II. A	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	13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A																
6.941 3 0.97 Li Lithium	9.0122 4 1.50 Be Beryllium	44.956 21 1.30 Sc Skandium	47.867 22 1.30 Ti Titan	50.942 23 1.50 V Vanad	51.996 24 1.60 Cr Chrom	54.938 25 1.60 Mn Mangan	55.845 26 1.60 Fe Železo	58.933 27 1.70 Co Kobalt	58.693 28 1.70 Ni Nikl	63.546 29 1.70 Cu Měď	65.38 30 1.70 Zn Zinek	26.982 13 1.50 Al Hliník	28.085 14 1.70 Si Křemík	30.974 15 2.10 P Fosfor	32.06 16 2.40 S Síra	35.453 17 2.80 Cl Chlor	39.948 18 Ar Argon	4.0026 2 He Helium															
22.990 11 1.00 Na Sodík	24.305 12 1.20 Mg Hořčík	40.078 20 1.00 Ca Vápník	85.468 37 0.89 Rb Rubidium	87.62 38 0.99 Sr Stroncium	88.906 39 1.10 Y Ytřium	91.224 40 1.20 Zr Zirkonium	92.906 41 1.20 Nb Niob	95.95 42 1.30 Mo Molybden	-98 43 1.40 Tc Technecium	101.07 44 1.40 Ru Ruthenium	102.91 45 1.40 Rh Rhodium	106.42 46 1.30 Pd Palladium	107.87 47 1.40 Ag Stříbro	112.41 48 1.50 Cd Kadmium	114.82 49 1.50 In Indium	118.71 50 1.70 Sn Cín	121.75 51 1.80 Sb Antimon	127.60 52 2.00 Te Tellur	126.90 53 2.20 I Jod	131.29 54 Xe Xenon													
132.91 55 0.86 Cs Cesium	137.33 56 0.97 Ba Baryum	178.49 72 1.20 Hf Hafnium	180.95 73 1.30 Ta Tantal	183.84 74 1.30 W Wolfram	186.21 75 1.50 Re Rhenium	190.23 76 1.50 Os Osmium	192.22 77 1.50 Ir Iridium	195.08 78 1.40 Pt Platina	196.97 79 1.40 Au Zlato	200.59 80 1.40 Hg Rtuť	204.38 81 1.40 Tl Thallium	207.20 82 1.50 Pb Olovo	208.98 83 1.70 Bi Bismut	-209 84 1.80 Po Polonium	-210 85 1.90 At Astat	-222 86 Rn Radon	223 87 0.86 Fr Francium	226.03 88 0.97 Ra Radium	261.11 104 Rf Rutherfordium	262.11 105 Db Dubnium	263.12 106 Sg Seaborgium	262.12 107 Bh Bohrium	270 108 Hs Hassium	268 109 Mt Meitnerium	281 110 Ds Darmstadtium	280 111 Rg Roentgenium	277 112 Cn Kopernicium	-287 113 Nh Nihonium	289 114 Fl Flerovium	-288 115 Mc Moscovium	-289 116 Lv Livermorium	-291 117 Ts Tennessin	293 118 Og Oganesson



Relativní atomová hmotnost
Značka
Elektronegativita
(Allred-Rochowova)
Název

6 LANTHANOIDY

138.91 57 1.10 La Lanthan	140.12 58 1.10 Ce Cer	140.91 59 1.10 Pr Praseodym	144.24 60 1.10 Nd Neodym	-145 61 1.10 Pm Promethium	150.36 62 1.10 Sm Samarium	151.96 63 1.00 Eu Europium	157.25 64 1.10 Gd Gadolium	158.93 65 1.10 Tb Terbium	162.50 66 1.10 Dy Dysprosium	164.93 67 1.10 Ho Holmium	167.26 68 1.10 Er Erbium	168.93 69 1.10 Tm Thulium	173.04 70 1.10 Yb Ytterbium	174.97 71 1.10 Lu Lutecium
227.03 89 1.00 Ac Aktinium	232.04 90 1.10 Th Thorium	231.04 91 1.10 Pa Protoaktinium	238.03 92 1.20 U Uran	237.05 93 1.20 Np Neptunium	[244] 94 1.20 Pu Plutonium	-243 95 1.20 Am Amercium	-247 96 1.20 Cm Curium	-247 97 1.20 Bk Berkelium	-251 98 1.20 Cf Kalifornium	-252 99 1.20 Es Einsteinium	-257 100 1.20 Fm Fermium	-258 101 1.20 Md Mendelevium	-259 102 1.20 No Nobelium	-260 103 1.20 Lr Lawrencium

7 AKTINOIDY