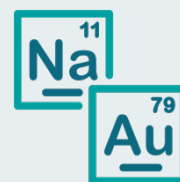


METODICKÝ MATERIÁL



6

PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

OBSAH

INFORMACE O KAPITOLE	2
VÝCHOZÍ SITUACE	2
ORGANIZACE TÉMATU V RVP G	3
ORGANIZACE VÝUKY NA SŠ	3
VÝUKOVÉ CÍLE	3
OSNOVA UČIVA	3
KLÍČOVÉ POZNATKY	3
KLÍČOVÉ POJMY	4
MOTIVACE / AKTIVITY	5
HISTORIE PERIODICKÉ TABULKY	5
SOUČASNÁ PERIODICKÁ TABULKA PRVKŮ	7
TRENDY PERIODICKÉ SOUSTAVY PRVKŮ	10
ŘEŠENÉ ÚLOHY	13
VARIANTY PERIODICKÝCH TABULEK	15
SOUPIS VOLITELNÝCH AKTIVIT	15
VHODNÉ EXPERIMENTY	15
VHODNÉ MATERIÁLY A INTERNETOVÉ ODKAZY	15
DALŠÍ POUŽITÉ ZDROJE	16

INFORMACE O KAPITOLE

Zařazení tématu

obecná chemie

Ročníky

8. ročník ZŠ, 1.ročník SŠ

Časová dotace

2-3 hodiny (základní výuka)

VÝCHOZÍ SITUACE

ZNALOSTI ZE ZŠ – CHEMIE (DLE RVP ZV DO ROKU 2027)

V RVP ZV je téma periodické soustavy prvků součástí vzdělávacího obsahu Částicové složení látek a chemické prvky. Žáci zde primárně pracují s orientací v periodické tabulce a zaměřují se na možné odhady vlastností některých prvků.

Učivo**• Částicové složení látek**

Molekuly, atomy, atomové jádro, protony, neutrony, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích, elektrony

• Prvky

Názvy a značky vybraných prvků, vlastnosti a použití vybraných prvků, skupiny a periody v periodické soustavě chemických prvků; protonové číslo

Očekávané výstupy

- Žák používá pojmy atom a molekula, prvek a sloučenina ve správných souvislostech
- Žák se orientuje v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti

ZNALOSTI ZE ZŠ – CHEMIE (DLE ŠVP ZŠ GAJDOŠOVA)

Učivo

- Uspořádání prvků v periodické tabulce; značky důležitých prvků
- Dělení prvků na kovy, nekovy a polokovy
- Elektronový obal, valenční vrstva, valenční elektrony, orientace v periodické soustavě prvků
- Vlastnosti základních prvků; zdroje informací; porovnávání vlastností; (vodík, kyslík, prvky ve vzduchu, halogeny, významné kovy a polokovy)

Očekávané školní výstupy

- Ovládá značky základních významných prvků
- Na základě umístění v periodické tabulce rozezná, zda je prvek kovem, nekovem nebo polokovem
- Ze znalosti polohy prvků v periodické soustavě dokáže vyvodit složení elektronových obalů a u některých prvků i počty valenčních elektronů
- Seznamuje se se základními vlastnostmi významných prvků a informace o nich je schopen vyhledat, zpracovat a odpovídajícím způsobem prezentovat

ORGANIZACE TÉMATU V RVP G

V RVP G je periodická soustava prvků součástí vzdělávacího obsahu tematického okruhu *Obecná chemie*, kde žáci pracují s periodickou tabulkou jako pomůckou k předpovídání vlastností prvků a jejich chování v chemických procesech.

ORGANIZACE VÝUKY NA SŠ

Podle většiny dosud vydaných středoškolských učebnic chemie je téma *periodická soustava prvků* zařazováno za tématem *elektronový obal*. Vychází to ze souvislosti seřazení prvků podle struktury elektronového obalu. Můžete se také setkat s uspořádáním, kde kapitola trendy periodické tabulky je oddělena a vyučována později, až když žáci mají základní přehled v obecné chemii. Lze také narazit na uspořádání, kdy je celá kapitola *periodická soustava prvků* zařazena až za chemickou vazbou a přeměny látek jakožto úvod k anorganické chemii.

VÝUKOVÉ CÍLE

- Žák vysvětlí principy, na jejichž základě je sestavena periodická tabulka
- Žák klasifikuje prvky podle specifických vlastností
- Žák předpoví trendy ve fyzikálních vlastnostech prvků (atomový a iontový poloměr, ionizační energie či elektronová afinita) na základě jejich pozice v periodické tabulce
- Žák předpoví chemické vlastnosti prvků (reaktivitu) na základě jejich pozice v tabulce

OSNOVA UČIVA

1. HISTORIE PERIODICKÉ TABULKY PRVKŮ (1 hod)
2. SOUČASNÁ PERIODICKÁ TABULKA PRVKŮ (1 hod)
3. TRENDY PERIODICKÉ SOUSTAVY PRVKŮ (1 hod)

KLÍČOVÉ POZNATKY

HISTORICKÝ VÝVOJ PERIODICKÉHO SYSTÉMU PRVKŮ

Periodický systém se zdokonaloval po staletí a stále se vyvíjí. Umožňuje pochopit, jak vědci přicházeli na fyzikální a chemické zákonitosti. Pomáhá ukázat proces objevování.

VÝZNAM PERIODICKÉ TABULKY PRVKŮ

Periodická tabulka prvků je základní pomůcka oboru chemie. Z jejího uspořádání můžeme předvídat vlastnosti prvků a jejich sloučenin a jak se jednotlivé prvky chovají v chemických procesech.

STRUKTURA PERIODICKÉ TABULKY PRVKŮ

Uspořádání prvků není náhodné, a právě znalost struktury periodické tabulky prvků nám otevírá dveře v orientaci v tabulce.

PERIODICKÉ VLASTNOSTI PRVKŮ

Periodické vlastnosti (např. elektronegativita, velikost atomu a ionizační energie) jsou dalším dílkem k pochopení periodického systému a následného využívání tabulky jako nástroje k predikci vlastností prvků a jejich sloučenin.

KLÍČOVÉ POJMY

PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ	Jde o systematické uspořádání prvků podle fyzikálních a chemických vlastností. Nezáleží na formě, může mít mnoho podob, lze tedy vnímat jako myšlenkový model.
PERIODICKÁ TABULKA PRVKŮ	Na rozdíl od periodické soustavy prvků představuje konkrétní grafickou formu či grafické vyjádření.
PERIODICKÝ ZÁKON	Periodický zákon říká, že vlastnosti prvků se periodicky opakují v závislosti na vzrůstajícím protonovém čísle.
SKUPINA	Svislý sloupec periodické tabulky prvků.
PERIODA	Vodorovný řádek periodické tabulky prvků.
VALENČNÍ ELEKTRONY	Valenční elektrony jsou elektrony s nejvyšší energií. Nachází se v poslední nebo předposlední vrstvě (v případě přechodných a nepřechodných prvků) elektronového obalu – tzv. valenční vrstvě.
ATOMOVÝ POLOMĚR	Atomový poloměr je vzdálenost od středu atomového jádra k nejvzdálenějšímu stabilnímu elektronu v elektronovém obalu. Jelikož atom nemá přesné hranice, existuje více způsobů, jak k těmto hodnotám přijít. Některé jsou popsány v metodice níže. Běžně používaná jednotka je pm nebo Å.
IONIZAČNÍ ENERGIE	Ionizační energie (E_i) je energie potřebná k odtržení elektronu z neutrálního atomu. Množství energie se dále liší podle počtu odtržených elektronů (první, druhá, ... ionizační energie). Běžně používaná jednotka je kJ/mol.
ELEKTRONOVÁ AFINITA	Elektronová afinita (E_{ea}) je energie, která se uvolní, přijme-li atom další elektron. Běžně používaná jednotka je kJ/mol.
ELEKTRONEGATIVITA	Je schopnost atomu přitahovat elektrony ve vazbě. V metodice níže je popsána odlišnost hodnot v závislosti na zdroji.

MOTIVACE / AKTIVITY

HISTORIE PERIODICKÉ TABULKY

HISTORICKÝ VÝVOJ PERIODICKÉHO SYSTÉMU PRVKŮ

Cílem je představit periodický systém v historickém kontextu, díky kterému žáci porozumí vývoji vědeckého myšlení, zároveň se seznámí s klíčovými objevy a vědci. Pomocí historického vývoje periodické tabulky lze také vyvodit vztah mezi experimentem a teorií.

OBJEVOVÁNÍ PRVKŮ (od pravěku do konce 16.století)

Volitelná aktivita: V úvodu kapitoly lze věnovat krátký čas k opakování pojmu prvek a rozdíl mezi prvkem, atomem, molekulou, látkou a sloučeninou. Využít můžete aktivitu [Od atomu až k látce](#).

Od pravěku lidstvo objevovalo různé prvky (až do 19. století nebyl ustálený pojem prvek). Níže je uveden součet 14 prvků, které byly známy až do konce 16.století. Pro některé prvky se dříve využívaly jiné názvy (rtuť se říkalo např. „tekuté stříbro“) či symboly (více v kapitole *Úvod do chemie*).

kovy železo, měď, zinek, zlato, stříbro, platina, rtuť, cín, antimon, olovo, bismut

polokovy Arsen

nekovy síra, uhlík

Vhodnou doplňující aktivitou může být také **brainstorming**, při kterém se žáci na základě svých dosavadních znalostí pokusí odhadnout, které prvky mohli lidé v pravěku identifikovat a proč. Diskuze může zároveň vést k zamyšlení, proč se mezi těmito prvky nevyskytují žádné plyny.

Pro podporu mezipředmětových vztahů je vhodné zmínit názvy prvků, které dostaly v době českého národního obrození. O tom pojednává video níže.



[Video – Obrozenci a názvy chemických prvků](#)



Volitelná aktivita: Můžete navázat s krátkou aktivitou **Tvorba vlastního názvu prvků podle jejich vlastností**. Jedná se spíše o kreativní a motivační prvek ve výuce chemie.

Volitelná aktivita: Lze také využít lekce [Hádej chemické prvky!](#) kurikula umělé inteligence z metodického portálu *AI dětem*. Lekce je určena primárně pro žáky 8. a 9. ročníku ZŠ.

Jako zajímavost lze ukázat následující infografiku o přínosu žen v objevování prvků.



[Infografika – Ženy periodické tabulky](#)



NĚKTEŘÍ VÝZNAMNÍ VĚDCI A SYSTEMATIZACE PRVKŮ

Antoine Laurent de Lavoisier
(1743–1794), Francie

výslovnost

Je označován jako **otec chemie**, zakladatel kalorimetrie a termochemie a je známý pro **vyvrácení flogistonové teorie**. Zformuloval **zákon zachování hmotnosti** a také se podílel na **sjednocení chemické terminologie**. Látky, které považoval za dále nerozložitelné (prvky) rozdělil do čtyř skupin – plyny, zeminy, kovy a nekovy. Do zemin ale zařadil pak řadu oxidů, jejichž rozklad tehdejší experimentální možnosti neumožňovaly.



Více zde

Jöns Jacob Berzelius
(1779–1848), Švédsko

Byl vlivný zakladatel **moderní chemické symboliky** (označování prvků písmenovými symboly opatřovanými ve vzorcích sloučenin číselnými indexy). Dále identifikoval například **křemík** nebo **selen**. Na základě elektrochemických experimentů klasifikoval prvky na **elektropozitivní** a **elektronegativní** (v té době ještě bez konkrétních hodnot).



Více zde

Julius Lothar Meyer
(1830–1895), Německo

Mendělejevův vrstevník, který zveřejnil svou **první tabulku** už v roce 1864 a v roce 1870 **aktualizovanou verzi**.

Bohuslav Brauner
(1855–1935), Česko

V systematizaci prvků se zasloužil hlavně o stanovování atomových vah a zařazování prvků do tabulky. Objevil a pojmenoval také nové prvky – **praseodym** a **neodym**. S Mendělejevem ho pojilo přátelství, čehož je důkazem například dílo *Dopisy Dimitrije I. Mendělejeva českému chemiku Bohuslavu Braunerovi* nebo, že se osobně setkali.



Více zde

Dmitrij Ivanovič Mendělejev
(1834–1907), Rusko

Je asi celosvětově nejznámější postava periodické tabulky. Ve své době nebyl jediný, kdo přišel se systematizací prvků (viz Meyer), ale jeho práce přesahovala jisté hranice. Protože kromě toho, že seřadil prvky podle atomových vah, jeho **tabulka obsahovala všechny dosud objevené prvky** i některé **dosud neznámé prvky** (např. *eka-mangan* – dnes *technecium*). Z těchto a dalších důvodů se stala jeho práce nejvíce uznávaná.



Více zde

Ve své první verzi tabulky řadil prvky s podobnými vlastnostmi do řádků, až s publikací tabulky v roce 1871 seřadil prvky s podobnými vlastnostmi do sloupců (podobně jako v dnešní periodické tabulce).

Atomové váhy ty byly velmi blízké nukleonovému číslu, které nám dává informaci o počtu částic v jádře a má tak vypovídající informaci o hmotnosti atomu. *K ukázce můžete využít simulaci [Izotopy a atomová hmotnost](#).*

Volitelná aktivita: V rámci systematizace prvků lze zařadit aktivity, které mají za cíl podpořit hledání souvislostí a zjednodušeně simulovat vědecké smýšlení při třídění prvků do určitého systému. Aktivita **Periodická tabulka mimozemšťanů** je určena spíše pro žáky základní školy, zatímco aktivita **Periodická tabulka mimozemských prvků** je cílena na starší žáky.

SOUČASNÁ PERIODICKÁ TABULKA PRVKŮ

VÝZNAM PERIODICKÉ TABULKY PRVKŮ

Periodická tabulka prvků shrnuje chemické prvky v jednoduchém, ale logickém systému. Proto je jednou z nejužitečnějších pomůcek ve výuce chemie. Zároveň může ve svých neotřelých variantách vystupovat jako motivační prvek k podpoře učení chemie.

Je důležité žákům předložit **různé varianty periodických tabulek**, aby nenabýli dojmu, že existuje pouze dnešní uspořádání vycházející z práce D. I. Mendělejeva. Existence různorodých periodických tabulek dokazuje odlišné vědecké přístupy k systematizaci prvků. Vhodnou pomůckou mohou být například **internetové databáze periodických tabulek** z následujících odkazů:



[Web – Další varianty periodických tabulek](#)



[Web – Jazyková sbírka periodických tabulek](#)



STRUKTURA PERIODICKÉ TABULKY PRVKŮ

Moderní struktura periodické tabulky vychází z historických objevů prvků a jejich vlastností. Znalost struktury je důležitý předpoklad pro pochopení složitějších konceptů, jako jsou například periodické trendy.

Volitelná aktivita: Pro základní pochopení struktury a zákonitostí periodické tabulky prvků můžete zařadit aktivitu **Tvorba vlastní periodické tabulky**. Tato aktivita podporuje vědecké myšlení a kreativitu a zároveň může sloužit jako velmi efektivní motivační prvek ve výuce chemie.

Volitelná aktivita: K úvodu tématu periodické tabulky, a konkrétně její struktury, lze využít aktivity **Barevné tabulky**. Žáci se učí rozdělení na skupiny a periody a vybarvují prvky podle běžně používaného dělení. Aktivita pomáhá lepšímu ukotvení znalostí.

SKUPINY

S různými přístupy k systematizaci vznikala různá označení některých skupin. V tabulce níže najdete ty nejpoužívanější.

Tab. 1 Běžně používané názvy pro skupiny s-bloku a p-bloku

Číslo skupiny	Prvky	Název podle společných vlastností	Název podle řeckých číslovek	Název podle prvku	Název podle elektronové struktury	
1	I.A	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	alkalické kovy		s ¹ prvky	
2	II.A	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	kovy alkalických zemin		s ² prvky	
13	III.A	B, Al, Ga, In, Tl, Nh		triely	skupina boru	p ¹ prvky
14	IV.A	C, Si, Ge, Sn, Pb, Fl		tetrelly	skupina uhlíku	p ² prvky
15	V.A	N, P, As, Sb, Bi	pniktogeny	pentely	skupina dusíku	p ³ prvky
16	VI.A	O, S, Se, Te, Po	chalkogeny			p ⁴ prvky
17	VII.A	F, Cl, Br, I, At	halogeny			p ⁵ prvky
18	VIII.A	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn	vzácné plyny			p ⁶ prvky

ALKALICKÉ KOVY

Svůj název tyto prvky získaly podle jejich reakce s vodou, při které vznikají alkalické (zásadité) roztoky jejich hydroxidů.

Volitelný pokus: Jako důkaz jejich společných vlastností můžete zvolit pokus **Barvy plamene alkalických kovů**.

KOVY ALKALICKÝCH ZEMIN

Název opět souvisí s vlastnostmi jejich sloučenin (oxidů a hydroxidů). Hlavním bodem pozornosti může být fakt, že řada zdrojů nezařazuje beryllium a hořčík do této skupiny. Souvisí to s mírně rozdílnými vlastnostmi od ostatních prvků skupiny.

PNIKTOGENY

Název je odvozen od starořeckého slova πνίγω (pnígo), což znamená „dusit se“ podle dusivých vlastností dusíku.

CHALKOGENY

Název je tvořen v překladu z řečtiny dvěma slovy „ruda“ a „tvořit“. Proto se jim také říká prvky „rudotvorné“.

HALOGENY

Zde je název opět odvozen z řečtiny a znamená „solitvorný“.

VZÁCNÉ PLYNY

Do angličtiny se název překládá jako „Noble Gases“, což znamená „vznešené plyny“, to má ukazovat na jejich nízkou reaktivitu.

PERIODY

Periody jsou významné hlavně z hlediska informace počtu vrstev v elektronovém obalu atomu. Číslo odpovídá hlavnímu kvantovému číslu a tento fakt velmi pomáhá k uchopení souvislosti elektronového obalu a periodické tabulky prvků.

Ačkoliv se může zdát, že **lanthanoidy** a **aktinoidy** jsou odděleny od periodické tabulky, jsou součástí šesté a sedmé periody. Žákům tak velmi pomůže, jak vypadá **velmi dlouhá periodická tabulka prvků**.

Volitelná aktivita: Pro hlubší ukotvení struktury periodické tabulky můžete využít aktivitu [Skládání velmi dlouhé tabulky podle bloků](#).

ELEKTRONOVÁ STRUKTURA

Jedno z dalších možných rozdělení tabulky je řazení prvků do bloků s, p, d a f podle výskytu valenčních elektronů ve valenční vrstvě elektronového obalu atomů v základním stavu.



Valenční elektrony jsou elektrony s nejvyšší energií. Nachází se v poslední nebo předposlední vrstvě elektronového obalu – tzv. **valenční vrstvě**.

V případě neznalosti struktury elektronového obalu je vhodnější předložit pouze fakt, že počet valenčních elektronů odpovídá číslu skupiny (v případě 13. - 18. skupiny se odečte 10). Pro lepší představu můžeme žákům valenční vrstvu představit jako „válečnou vrstvu“, kde elektrony „bojují“ o své „místo“ v elektronovém obalu. Není to přesné vyjádření ani z důvodu vůle elektronu ani z důvodu výskytu elektronu na určitém místě, ale žákům to může zjednodušit zapamatování tohoto pojmu.

Pro žáky je dostačující znalost elektronového obalu nepřechodných a přechodných prvků. U **vnitřně přechodných prvků** (lanthanoidy a aktinoidy) často dochází k **odchylkám výstavbového principu**, a proto neodpovídají definici zmíněné výše.

Volitelná aktivita: Využit můžete aktivitu [Živá periodická soustava prvků](#), kde žáci ve třídě vytvoří periodickou tabulku prvků podle valenčních elektronů a zároveň si opakují značky prvků či pojmy protonové a nukleonové číslo.

Je vhodné využít také následující interaktivní periodickou tabulku k ukázce postupného zaplňování orbitalů elektrony.



[Periodická tabulka – zaplňování orbitalů](#)



DALŠÍ DĚLENÍ PERIODICKÉ TABULKY

Je důležité, aby si žáci uvědomili, že periodická soustava prvků je stále otevřený systém a je velmi pravděpodobné, že v následujících letech se periodická tabulka prvků rozšíří o další periodu. Skupině „nově“ objevených prvků se říká **transurany** (prvky za uranem).

Rozšiřující informace: Více o objevech transuranů, původu jejich názvu a metodách jejich přípravy se můžete dozvědět zde: [Transurany: Na hranici možností](#).

Dalším známým dělením souvisejícím s elektronovou strukturou je na prvky **nepřechodné**, **přechodné** a **vnitřně přechodné**. Jako přechodné prvky jsou označovány (dle IUPAC) kovy, které mají v základním stavu nebo ve stavu kationtu neúplně zaplněný d-orbital. Z tohoto důvodu je sporné zařazení 12. skupiny, ale většina zdrojů tuto skupinu do přechodných prvků začleňuje. V tomto bodě je opět vhodné propojit číslo periody s hodnotou hlavního kvantového čísla.

Volitelná aktivita: K ucelení poznatků k vlastnostem prvků a struktuře periodické tabulky prvků a k rozvoji digitální kompetence může posloužit aktivita [Interaktivní tabulka](#).

TRENDY PERIODICKÉ SOUSTAVY PRVKŮ

PERIODICKÉ VLASTNOSTI PRVKŮ

ATOMOVÝ POLOMĚŘ

Z definice orbitalu, která říká, že je to oblast s až 95% šancí výskytu elektronu, nelze určit přesnou hranici elektronového obalu, a tudíž ani jednotnou hodnotu atomového poloměru. Proto existuje více přístupů, jak hodnotu atomového poloměru získat – často vycházející z délky chemických vazeb. Níže se seznámíte s některými z typů atomových poloměrů.

KOVALENTNÍ POLOMĚŘ

Odpovídá polovině vzdálenosti mezi jádry dvou stejných atomů, které jsou vázány kovalentní vazbou.

V molekule vodíku H_2 je délka kovalentní vazby asi 74 pm. Kovalentní poloměr bude tedy 37 pm.

IONTOVÝ POLOMĚŘ

Velikost atomu vycházející ze vzdálenosti mezi jádry iontové sloučeniny. Vzdálenosti nejsou rovnoměrné (kation je menší než anion).

Byla vyvinuta řada metod, které experimentálně zjišťují proporcionální rozdělení vzdálenosti mezi jádry kationtu a aniontu. Spočívají v porovnávání poloměrů v různých sloučeninách. Například poloměr kationtu Na^+ v $NaCl$ je téměř stejný jako v Na_2S . Rozdíly mohou být způsobené metodologií či odchylkami.

KOVOVÝ POLOMĚŘ

Je to poloměr atomu spojeného kovovou vazbou. Kovový poloměr je polovina celkové vzdálenosti mezi jádry dvou sousedních atomů v kovové mřížce.

VAN DER WAALSŮV POLOMĚŘ

Tento poloměr se používá k definování poloviny vzdálenosti mezi nejbližším přiblížením dvou nevázaných atomů daného prvku za předpokladu vyvážených elektrostatických sil.

Tento poloměr je typický pro atomy, které běžně netvoří kovalentní či iontové sloučeniny, například vzácné plyny.

Z toho vyplývá, že některé atomy prvků mají různé hodnoty atomového poloměru a hodnoty se tedy mohou lišit, ale **trend růstu** atomových poloměrů **je vždy stejný**. Vzdálenosti jsou udávány v pikometrech (pm) či ångströmech (Å).

ångström (Å)

[angstrem] či [aengstrem]

$1 \text{ Å} \sim 10 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (100 pm)

Jednotka délky pojmenována po švédském fyzikovi Andersi Jonasi Ångströmovi je

široce využívána k vyjadřování velikostí atomů, délky vazby nebo vlnových délek.

Setkat se můžete s pojmenováním „angtrom“, „ångstrom“ nebo „angström“. IUPAC používá označení „ångström“.

Zajímavostí ve výuce může být využití následující webové stránky, která s využitím posuvníku vizuálně porovnává velikosti mikrosvět a makrosvět. Může to sloužit k vytvoření reálné představy velikosti atomu.



[Web – Mikrosvět vs. makrosvět: velikost atomu](#)



IONIZAČNÍ ENERGIE

Ionizační energie lze logicky propojit s atomovým poloměrem. Čím větší atom, tím je snazší odtrhnout elektron z elektronového obalu, protože elektrony jsou dále od jádra a vzájemné přitažlivé síly mezi kladnými elektrony a zápornými elektrony jsou slabší než u malých atomů. Znalost této veličiny může pomoci s pochopením, proč mohou mít některé atomy pouze jeden možný náboj (např. Ca^{2+}).

Trend růstu ionizační energie může prozradit také, jak ochotně daný prvek bude reagovat. Čím větší energie je potřeba k odtržení elektronů, tím pomaleji reakce probíhá. Důkazem mohou být alkalické kovy a jejich reakce s vodou. Vytvořte s žáky **hypotézu**, jak se alkalické kovy (Li, Na, K) budou chovat ve vodě a popřípadě jak rychle budou reagovat. Nejreaktivnější z těchto prvků bude draslík, protože má největší atomový poloměr, tím pádem nejnižší hodnotu ionizační energie. Hypotézu si ověříte ve videu níže.



[Video – Reaktivita alkalických kovů](#)



ELEKTRONOVÁ AFINITA

Afinita označuje příbuznost, blízkost či přitažlivost.

Elektronová afinita je konceptuálně blízká ionizační energii. Jde však o opačnou veličinu – místo odtržení elektronu se elektron připojuje. Trend růstu hodnot elektronové afinity je obdobný jako u ionizační energie. Prvky s nejvyšší elektronovou afinitou se nachází v tabulce vpravo. Jsou to prvky s vysokou tendencí tvořit anionty (např. halogeny).

Opět to lze spojit s atomovým poloměrem – menší atomy snadněji přijmou elektron, efektivní náboj jádra je výraznější. Není to však pravidlo. Výjimku tvoří fluor. Když porovnáme hodnoty elektronové afinity **fluoru** (-328 kJ/mol) a **chloru** (-348 kJ/mol). Podle rostoucího trendu elektronové afinity v tabulce by měl mít fluor větší hodnotu. Velmi malé atomy (fluor) mají však vysokou hustotu elektronového obalu, tudíž větší odpudivé síly mezi elektrony, což někdy sníží jeho elektronovou afinitu ve srovnání s větším atomem ve stejné skupině (např. chlor, přestože je větší).

Volitelný pokus: *Důkazem tendence prvků tvořit anionty ve skupině může být pokus [Vytěšňování halogenů z roztoků jejich halogenidů](#).*

ELEKTRONEGATIVITA

V periodických tabulkách lze najít odlišné hodnoty elektronegativity. Je to jeden z hlavních důvodů, proč žákům poskytnout či doporučit jednotnou tabulku, aby se například při výuce chemické vazby předešlo odlišným výsledkům.

Rozdílné hodnoty elektronegativity vychází z lišících se definic této veličiny. Podle **R. Mullikena** se jedná o průměr **ionizační energie** a **elektronové afinity** atomu. Častěji se však používá **relativní stupnice podle L. Paulinga**. Ten počítal bezrozměrné rozdíly relativní elektronegativity na základě **disociačních energií vazeb**.

Protože většina vzácných plynů prakticky netvoří sloučeniny, nelze tyto hodnoty dle Paulinga dohledat. Tyto hodnoty poskytují jiné přístupy počítající například s elektrostatickými silami mezi jádrem a valenčními elektrony.



[Web – Znázornění různých stupnic elektronegativity](#)



KOVOVÝ CHARAKTER

V tabulce je také patrný trend rostoucího kovového charakteru. Prvky se dělí na **kovy**, **polokovy** a **nekovy**. Žáci mohou přijít na to, že se některé tabulky v tomto rozdělení liší. Odlišnosti v zařazení můžete narazit třeba u **selenu** a **polonia**. Některé zdroje uvádějí selen jako polokov, jiné ho však řadí spíše mezi nekovy. Polonium je naopak jen zřídka označováno za polokov, většinou bývá zařazováno mezi kovy.

Většinu tabulky tvoří kovy, proto je důležité, aby žáci měli představu, jak **kovy** vypadají a jaké mají vlastnosti – například skupenství (nízká teplota tání u gallia) nebo barvu (odlišnost mědi, zlata a cesia).

*Můžete k tomu využít **diskuzi o pražském groši**. Proč využili zrovna stříbro z hlediska jeho vlastností (ušlechtilý kov, kujné apod.)*

Vlastnosti se napříč kovy mírně liší, proto se dále dělí na skupiny:

Alkalické kovy Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	Kovy alkalických zemin Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	Kovy vzácných zemin Sc, Y, La, Ac
Kovy skupiny železa Fe, Co, Ni	Platinové kovy lehké: Ru, Rh, Pd těžké: Os, Ir, Pt	Ušlechtilé kovy Cu, Ag, Au, Hg, Ru, Rh, Pd, Re Os, Ir, Pt
Lanthanoidy Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	Aktinoidy Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr	

Kovový charakter má opačný trend než elektronegativita či ionizační energie. To nám říká, že **kovy** budou vystupovat ve sloučeninách jako **kationty**. V této kapitole se lze věnovat **acidobazickým vlastnostem oxidů kovů a nekovů**.

*Doprovodnými pokusy může být **protřepávání oxidu uhličitého nebo oxidu siřičitého s vodou** nebo **rozpuštění oxidu vápenatého ve vodě** a následné měření pH metrem.*

Volitelný pokus: *Některé oxidy kovů na pomezí mají amfoterní vlastnosti (např. oxid zinečnatý a oxid hlinitý). Zkusit můžete demonstrační pokus **Amfoterita oxidu hlinitého**.*

Volitelná aktivita: *Jako shrnující aktivita k periodickým trendům může sloužit **3D tabulky – trendy**.*

ŘEŠENÉ ÚLOHY



Vyřešte následující úlohy a zjistěte, co jste si z této kapitoly zapamatovali.

1. Seřad'te tyto prvky podle rostoucí atomové hmotnosti:

a) Ca, Hg, He, Po, Br

He, Ca, Br, Hg, Po

2. Najděte v tabulce prvek neodym. Určete jeho protonové číslo a vyhledejte informace o jeho využití.

Nd, protonové číslo: 60, využití: neodymové magnety (směs neodymu, železa a boru)

3. Napište elektronovou konfiguraci fosforu v základním stavu a zvýrazněte valenční vstvy.

[Ne] 3s² 3p³ nebo 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p³

4. Seřad'te následující prvky podle rostoucího atomového poloměru:

a) Be, Rb, N, F, Li

F, N, Be, Li, Rb

5. Porovnej velikosti atomu olova a jeho iontů:

a) Pb, Pb²⁺, Pb⁴⁺

Pb > Pb²⁺ > Pb⁴⁺

6. Pomocí následujících hodnot ionizačních energií urči, zda atom lithia tvoří kation Li²⁺. Svou odpověď zdůvodni.



Atom lithia nemůže tvořit kation Li²⁺, protože hodnota druhé ionizační energie je velmi vysoká. Je tedy obtížné tuto energii překonat.

7. Který z těchto atomů se nejnáze zbavuje svého elektronu?

a) Cs, V, Si, Cl

Cs

8. Zapište rovnici vznik chloridového aniontu z atomu chloru.



9. Vyhledejte v periodické tabulce jeden kov, polokov a nekov, jejichž české názvy začínají písmenem K. Uveďte jejich chemické symboly, skupinu a periodu.

kov: kadmium (12.sk., 5.per.), kobalt (9.sk., 4.per.), kopernicium (12.sk., 7.per.) nebo kalifornium (bez skupiny, popř. 3.sk., 7.per.)

polokov: křemík (14.sk., 3.per.)

nekov: krypton (18.sk., 4.per.)

10. Který kov je na vzduchu stabilnější – hořčík nebo vápník? Vysvětlete svou odpověď s využitím znalostí o velikosti atomů a ionizačních energiích.

Hořčík je na vzduchu stabilnější. Jeho atom má menší poloměr – elektrony jsou přitahovány k jádru silněji, je tedy potřeba větší energie k jejich odtržení. S kyslíkem reaguje méně ochotně než vápník.

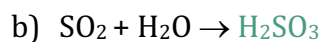
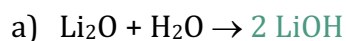
11. Podle umístění prvku v tabulce rozhodněte, zda se jedná o zásadotvorný, amfoterní nebo kyselinotvorný oxid: P_2O_5 , Na_2O , Al_2O_3 , MgO , NO_2

zásadotvorný: Na_2O , MgO

amfoterní: Al_2O_3

kyselinotvorný: NO_2 , P_2O_5

12. Doplňte rovnice reakcí oxidů:



VARIANTY PERIODICKÝCH TABULEK

Existuje spousta uspořádání a variant periodických tabulek nejen prvků. Zde jsou uvedeny odkazy na některé weby a interaktivní tabulky:

- Interaktivní tabulka: ptable.com
- Interaktivní tabulka: chemickeprvky.cz
- Interaktivní tabulka: periodictable.com
- Databáze tabulek: meta-synthesis.com
- Databáze tabulek: canov.jergym.cz

SOUPIS VOLITELNÝCH AKTIVIT

Téma periodické soustavy je žádoucí doplňovat vhodně vybranými aktivitami k podpoře učení a motivace žáků a k rozvoji přírodovědné gramotnosti. Zde jsou uvedeny vybrané aktivity:

- [Od atomu až k látce](#) (na str. 5)
- [Hádej chemické prvky!](#) (na str. 5)
- [Periodická tabulka mimozemšťanů](#) (na str. 6)
- [Periodická tabulka mimozemských prvků](#) (na str. 6)
- [Tvorba vlastní periodické tabulky](#) (na str. 7)
- [Barevné tabulky](#) (na str. 7)
- [Skládání velmi dlouhé tabulky](#) (na str. 9)
- [Živá periodická soustava prvků](#) (na str. 9)
- [Interaktivní tabulka](#) (na str. 9)
- [3D tabulky – trendy](#) (na str. 12)

VHODNÉ EXPERIMENTY

Téma periodické soustavy prvků je vhodné doplnit demonstračními pokusy, které podpoří teoretické poznatky a zároveň zvýší motivaci žáků. Lze ukázat například společné vlastnosti prvků některých skupin nebo další kvality vycházející ze znalosti struktury periodické tabulky. Zde jsou uvedeny pouze vybrané pokusy:

- [Barvy plamene alkalických kovů](#) (na str. 8)
- [Amfoterita oxidu hlinitého](#) (na str. 12)
- [Vytěsňování halogenů z roztoků jejich halogenidů](#) (na str. 11)

VHODNÉ MATERIÁLY A INTERNETOVÉ ODKAZY

Tištěné materiály:

1. Didaktis, Benešová a kol.: *Odmaturuj! z chemie*, 2014
2. Eduko, Čapek Adamec: *Chemie 1 pro gymnázia – Obecná a anorganická chemie*, 2024
3. Mareček: *Chemie pro čtyřletá gymnázia*, 1. díl
4. Taktik, Švandová, Šafrová, Žabová a Kostura: *Obecná chemie – 1.díl*
5. Fraus. *Chemie 8*, 2018
6. Nová škola. *Chemie 8*, 2021

Online materiály:

7. ELUC: <https://eluc.ikap.cz/lekce/periodicka-soustava-prvku>
8. E-Chembook: <https://www.e-chembook.eu>
9. Khan Academy: <https://cs.khanacademy.org/science/obecna-chemie/xefd2aace53b0e2de:atomy-a-jejich-vlastnosti/xefd2aace53b0e2de:trendy-v-periodicke-tabulce-prvku/v/periodic-trends-and-coulombs-law>
10. <https://edu.ceskatelevize.cz/video/1630-vlastnosti-kovu-a-jejich-vodivost>
11. Cídllová a kol. – Obecná chemie:
https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js18/obecna_chemie/web/skripta/Obecna-chemie.pdf
12. Cídllová a kol. – Historie chemie: [Historie chemie – studijní materiál \(muni.cz\)](#)
13. Zajímavosti z chemie formou infografiky: <https://www.compoundchem.com/>
14. Škola s nadhledem: <https://www.skolasnadhledem.cz/game/1772>
15. Transurany: Na hranici možností:
https://is.muni.cz/el/sci/podzim2024/CZMUC/um/didaktika_chemie/6_periodicka_soustava_prvku/literatura/Tra_nsurany_Na_hranici_moznosti_esej.pdf

Videa:

16. Nezkreslená věda: <https://www.otevrenaveda.cz/cs/pro-verejnost/nezkreslena-veda/>
17. ASAP Science – Periodic Table Song: https://www.youtube.com/watch?v=rz4Dd1I_fX0
18. ČT edu – Obrozenské názvosloví: <https://edu.ceskatelevize.cz/video/9729-obrozenci-a-chemicke-nazvoslovi>
19. ČT edu – Vlastnosti kovů: <https://edu.ceskatelevize.cz/video/1630-vlastnosti-kovu-a-jejich-vodivost>
20. Crash Course Chemistry: <https://www.youtube.com/watch?v=0RRVV4Diomg>

Simulace:

- Simulace – izotopy a atomová hmotnost: https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_all.html (na str.6)

DALŠÍ POUŽITÉ ZDROJE

21. Chemistry LibreTexts: <https://chem.libretexts.org>
22. Britannica: <https://www.britannica.com>
23. IUPAC: <https://goldbook.iupac.org>
24. Učit se učít – Periodická tabulka prvků: https://www.ucitseucit.cz/media/3237127/19-6_413-420_lacina_periodicka-tabulka-prvku.pdf
25. RVP_ZV_2021_cistopis: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/07/RVP-ZV-2021-zmeny.pdf>
26. RVP_G_2021_uplne_zneni: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/09/001_RVP_GYM_uplne_zneni.pdf