

PERIODICKÁ SÚSTAVA PRVKOV (skr. PSP)

Periodický zákon:

V roku 1869 ruský chemik **Dmitrij Ivanovič Mendelejev** prezentoval svoju periodickú tabuľku prvkov. Jeho tabuľka obsahovala 63 prvkov, zoradených podľa stúpajúcej relatívnej atómovej hmotnosti. Mendelejev predpovedal vlastnosti vtedy ešte neobjavených prvkov a nechal pre neobjavené prvky vo svojej tabuľke voľné miesta. Mendelejev formuloval, že vlastnosti prvkov sú periodickou funkciou ich atómových relatívnych hmotností.

Súčasnú znenie **periodického zákona**:

Vlastnosti prvkov sú periodickou funkciou ich protónových čísel.

Usporiadanie prvkov podľa stúpajúceho protónového čísla do vodorovných radov a zvislých stĺpcov nazývame **periodická sústava prvkov**. Grafickým znázornením periodickej sústavy prvkov je **periodická tabuľka**, skr. PTP.

Periodická sústava prvkov (skr. PSP)

Obsahuje všetky známe prvky usporiadané podľa periodického zákona. Používajú sa rôzne formy periodickej tabuľky prvkov. Spoločným znakom tabuliek je usporiadanie prvkov:

- do **7** vodorovných radov – **periód**
- **18** zvislých stĺpcov – **skupín (I. A – VIII. A (A=hlavná skupina) a I. B – VIII. B (B= vedľajšia skupina))**.

Za najpoužívanejšiu môžeme považovať formu, ktorá má prvky za lantánom La (**lantanoidy** $_{58}\text{Ce} - _{71}\text{Lu}$) a prvky za aktíniom Ac (**aktinoidy** $_{90}\text{Th} - _{103}\text{Lr}$) umiestnené v spodnej časti pod tabuľkou.

Periód sú číslované arabskými číslicami **1 až 7** alebo písmenami **K, L, M, N, O, P, Q** a obsahujú 2, 8, 8, 18, 18, 32, 32 prvkov.

Číslo periód udáva počet **elektrónových vrstiev v atómovom obale**.

Prvky nachádzajúce sa v tej istej perióde majú rovnaký počet čiastočne alebo úplne obsadených elektrónových vrstiev.

Skupiny sú číslované arabskými číslicami 1 až 18. V skupinách sú umiestnené prvky s podobnou elektrónovou konfiguráciou valenčnej vrstvy.

Číslo skupiny udáva:

- a) **počet valenčných elektrónov***, ktoré sa môžu zúčastniť chemickej reakcie,
- b) **maximálne možné oxidačné číslo** prvku v zlúčenine.

Označovanie skupín ako I. A – VIII. A a I. B – VIII. B pochádza zo staršej formy periodickej tabuľky, pričom VIII. B podskupina obsahuje tri stĺpce prvkov.

Keďže na chemické a fyzikálne vlastnosti prvkov majú vplyv valenčné elektróny, **prvky** umiestnené **v rovnakej skupine** budú **mať aj podobné vlastnosti**.

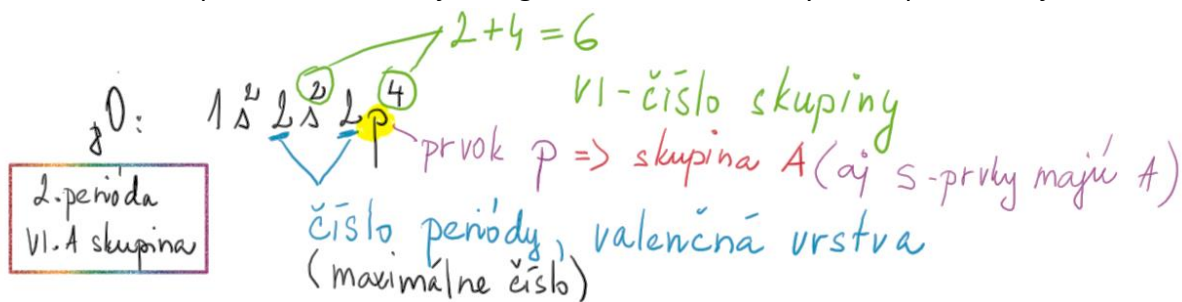
*Počet valenčných elektrónov atómu je totožný s číslom skupiny (I-VIII), v ktorej je prvok umiestnený, neplatí to v prípade všetkých prvkov, napr. v niektorých skupinách B, tam sa na určenie čísla skupiny v niektorých prípadoch započítavajú aj elektróny z posledného orbitálu d (pozri príklad 2).

Niektoré skupiny prvkov majú špeciálne názvy:

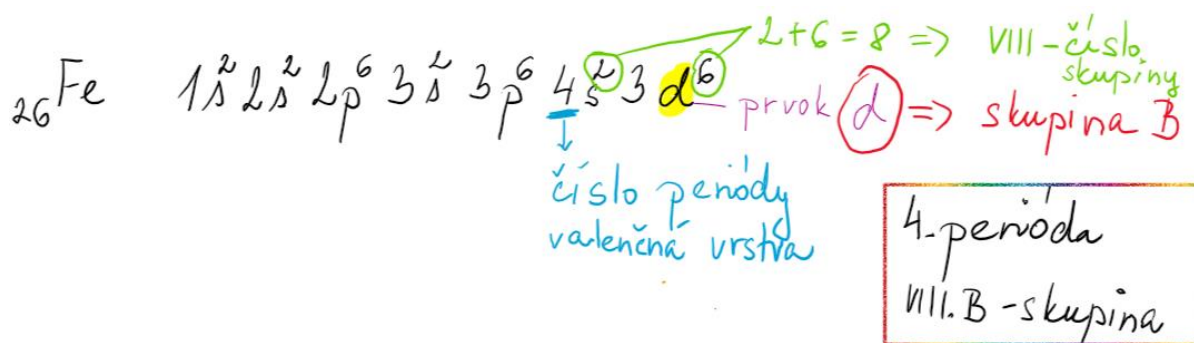
I. A skupina	<i>alkalické kovy</i>	
II. A skupina	<i>kovy alkalických zemín (okrem Be a Mg)</i>	
III. A skupina	<i>triely</i>	
IV. A skupina	<i>tetrely</i>	
V. A skupina	<i>pentely</i>	
VI. A skupina	<i>chalkogény</i>	
VII. A skupina	<i>halogény</i>	
VIII. A skupina	<i>vzácne plyny</i>	
VIII. B skupina	<i>triáda železa</i>	Fe, Co, Ni
	<i>ľahké platinové kovy</i>	Ru, Rh, Pd
	<i>ťažké platinové kovy</i>	Os, Ir, Pt
prvky 6. periódy	lantanoidy	prvky so Z 58 až 71
prvky 7. periódy	aktinoidy	prvky so Z 90 až 103
	transurány	prvky so Z 93 a viac

Z postavenia prvku v PSP môžeme zistiť elektrónovú konfiguráciu a opačne, z elektrónovej konfigurácie vieme určiť umiestnenie prvku v tabuľke:

Príklad 1: Určite podľa elektrónovej konfigurácie umiestnenie kyslíka v periodickej tabuľke.



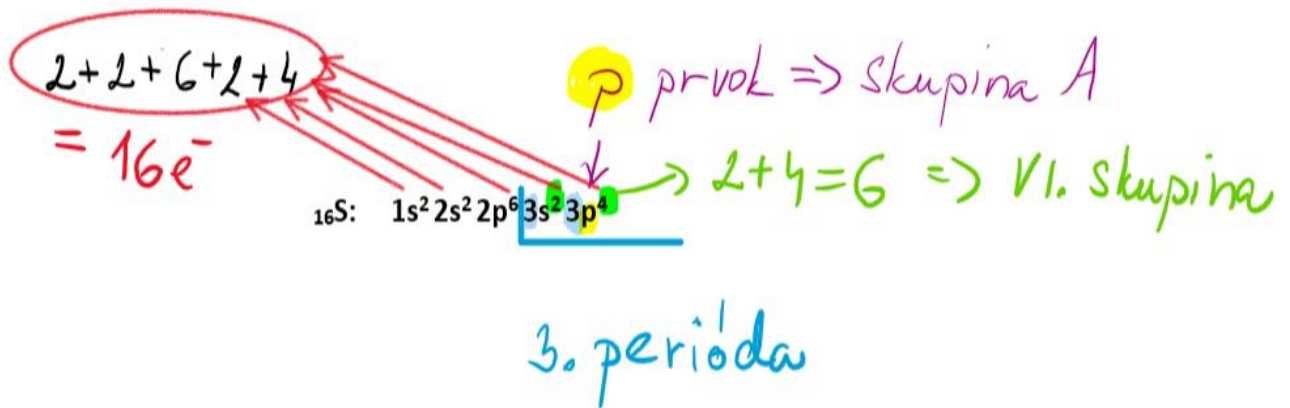
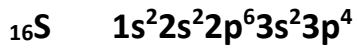
Príklad 2. Určite podľa elektrónovej konfigurácie umiestnenie železa v periodickej tabuľke.



Príklad 3. Prvok síra má protónové číslo 16, nachádza sa v VI.A skupine, v tretej perióde. Napíšte jej elektrónovú konfiguráciu.

Zo zadaných údajov vieme, že síra má na valenčnej vrstve má spolu 6 elektrónov, ktoré obsadzujú 3 vrstvy, valenčná je 3. vrstva. **Neutrálny prvok má v obale rovnaký počet elektrónov ako je protónov v jadre – teda síra má 16 elektrónov.**

Napíšeme elektrónovú konfiguráciu v súlade s výstavbovým princípom:



Na základe postavenia prvku v PSP a jeho elektrónovej konfigurácie možno vysvetliť a predpovedať mnohé vlastnosti prvkov a ich zlúčenín.

Z PSP môžeme zistiť údaje o prvkoch, napr.:

- protónové číslo atómu
- relatívnu atómovú hmotnosť
- teplotu topenia a varu
- hustotu
- elektronegativitu
- oxidačné čísla
- elektrónovú konfiguráciu

Podľa elektrónovej konfigurácie valenčnej vrstvy prvky delíme:

1. Neprechodné prvky (základné):

Prvky s: 1. a 2. skupina (I. A a II. A), valenčné elektróny v orbitále $ns^{1 \rightarrow 2}$

Prvky p: 13.-18. skupina (III. A – VIII. A), valenčné elektróny $ns^2 np^{1 \rightarrow 6}$
alebo $ns^2 (n-1)d^{10} np^{1 \rightarrow 6}$

Napríklad:

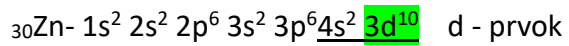
${}_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ s - prvok

${}_{7}\text{N}: 1s^2 2s^2 2p^3$ p - prvok

2. Prechodné prvky:

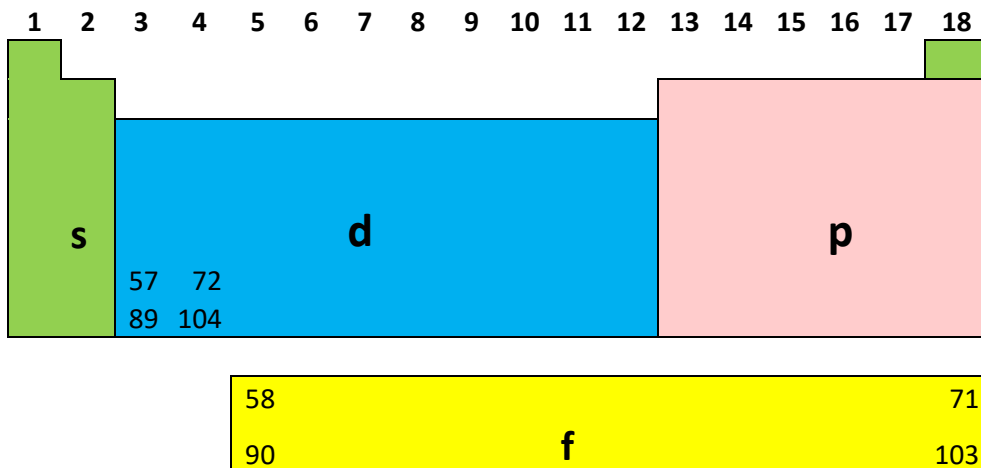
Prvky d: valenčné elektróny majú v orbitáloch $ns^{1 \rightarrow 2} (n-1)d^{1 \rightarrow 10}$, nachádzajú sa vo vedľajších skupinách 3. – 12. (I.B – VIII.B)

*skupina I.B - prvky Cu, Ag, Au – konfigurácia $ns^1 (n-1)d^{10}$ je stabilnejšia ako $ns^2 (n-1)d^9$
skupina VI.B – prvky Cr, Mo – konfigurácia $ns^1 (n-1)d^5$ je stabilnejšia ako $ns^2 (n-1)d^4$



3. Vnútorne prechodné:

Prvky f: lantanoidy, aktinoidy - valenčné elektróny majú aj na $(n-2)f$
(2 rady v spodnej časti PS)



Periodicita vybraných vlastností prvkov

Z periodického zákona vyplýva, že v závislosti od protónového čísla sa menia vlastnosti prvkov a určitou pravidelnosťou sa opakujú. Ide o fyzikálne aj chemické vlastnosti. Periodicita niektorých z nich je opísaná v nasledujúcom texte.

Kovy, nekovy, polokovy

Obrázok schematicky znázorňuje rozdelenie prvkov PTP na kovy, polokovy a nekovy. Medzi **kovy** patria predovšetkým **prvky s** (okrem vodíka a hélia), **niektoré prvky p** a **všetky prvky d a f**.

	IA		IIA									IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1																	
2												B					
3												Si					
4												Ge	As				
5													Sb	Te			
6															At		
7																	
6	Lantanoidy																
7	Aktinoidy																

Nekovmi sú niektoré prvky p zo skupín IV.A – VII.A, všetky vzácne plyny (VIII.A) a vodík z s-prvkov.

Polokovy, v novej literatúre nazývame metaloidy, nachádzajú sa v diagonále prvkov p v pravej časti tabuľky. Majú niektoré vlastnosti kovov a niektoré nekovov.

V periodickej tabuľke prvkov sa vlastnosti menia nasledovným spôsobom:

- v skupinách zhora dolu narastajú kovové vlastnosti prvkov, (nekovové vlastnosti opačne - zhora dole klesajú).
- v periódach zľava doprava kovové vlastnosti klesajú, (nekovové vlastnosti opačne - zľava doprava narastajú).

Atómové polomery prvkov:

Atómový polomer sa udáva ako polovica vzájomnej vzdialenosti stredov dvoch susedných rovnakých atómov v molekule alebo kryštáli spojených chemickou väzbou.

Atómové polomery:

- v periódach sa smerom zľava doprava znižujú,
- v skupinách smerom zhora dolu rastú

Zdôvodnenie:

V skupinách zhora nadol atómový polomer rastie, lebo pribúda počet elektrónových vrstiev a zväčšuje sa vzdialenosť valenčných elektrónov od jadra. Napr.: ${}_{55}\text{Cs} > {}_{11}\text{Na}$

V periódach sa kladný náboj jadra atómu s rastúcim protónovým číslom zväčšuje, čo spôsobuje väčšie príťažlivé pôsobenie medzi záporne nabitými valenčnými elektrónmi a jadrom atómu. Čím väčší je náboj jadra, tým výraznejšie je príťahovanie, čo vedie k zmenšovaniu atómového polomeru v rámci tej istej periódy (vzdialenosť valenčných elektrónov sa takmer nemení, lebo atómy prvkov majú rovnaký počet vrstiev v perióde). Napr.: ${}_{30}\text{Zn} > {}_{33}\text{As}$.

Elektronegativita

Elektronegativita ($X - chí$) je **schopnosť** = sila, ktorou atóm **príťahuje väzbový elektrónový pár** (elektróny chemickej väzby, valenčné elektróny).

Jej hodnota je uvedená v tabuľke (najbežnejšie - Paulingova elektronegativita).

Veľkosť závisí od počtu valenčných elektrónov a vzdialenosti valenčných elektrónov od jadra.

Preto:

- **v periódach zľava doprava stúpa** (s narastajúcim protónovým číslom rastie), $\chi_{(F)} = 4$
- **v skupinách s zhora dole klesá** (narastajúcim protónovým číslom klesá), $\chi_{(Cs)} = 0,7$
- rastie aj smerom z ľavého dolného rohu tabuľky smerom k pravému hornému rohu Cs \rightarrow F

Z uvedenej závislosti hodnoty elektronegativity od protónového čísla vyplýva, že prvky nachádzajúce sa **v ľavej časti** PSP majú **malé hodnoty** elektronegativít. Naopak, prvky nachádzajúce sa **napravo** majú hodnoty elektronegativít **veľké** (najväčšie vpravo hore).

Prečo elektronegativita klesá v skupinách smerom dole?

- zväčšujú sa atómové polomery, valenčné e^- sú slabšie pútané k jadrú, sú od neho ďalej, atómy ich ľahšie odovzdávajú.

Prečo elektronegativita stúpa zľava doprava v periódach?

- náboj jadra smerom doprava s pribúdajúcimi protónmi narastá, preto prvky napravo majú valenčné e^- silnejšie pútané k jadrú, ťažšie ich odovzdávajú.

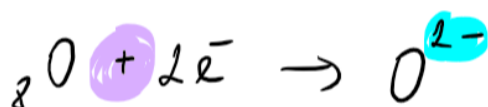
Štruktúra iónov

Atómy chcú získať najstabilnejšiu elektrónovú konfiguráciu. Správajú sa tak, aby dosiahli zaplnenú valenčnú vrstvu a mali všetky valenčné e^- spárené. To znamená, že **na valenčnej vrstve vytvárajú oktet, tj. $8 e^-$** , (prípadne dublet s $2e^-$ - prvky okolo He malým Z). Umožňuje im to schopnosť prijať alebo odovzdať elektróny v závislosti od veľkosti ich elektronegativity aj od veľkosti elektronegativity prvku, s ktorým vytvárajú chemickú väzbu.

Keď atóm **odovzdá** elektróny stáva sa z neho **kladne nabitý ión - katión**.



Keď atóm elektróny **prijme**, stáva sa z neho **záporne nabitý ión - anión**.



Počet kladných alebo záporných nábojov iónov udáva sa nazýva **iónové mocenstvo** alebo aj **nábojové číslo**.

Napr.: dvojmocný katión vápnika = vápenatý katión: Ca^{2+} ← nábojové číslo, mocenstvo
dvojmocný anión kyslíka = oxidový anión: O^{2-}

Uvedený proces, ktorým vznikajú ióny, sa nazýva **ionizácia**.

Vlastnosti iónov závisia:

- od veľkosti polomeru katiónov a aniónov,
- od veľkosti náboja,
- od elektrónovej konfigurácie ich valenčnej vrstvy.

Pre veľkosť **iónov** platí:

Katióny sú vždy menšie ako neutrálne atómy, z ktorých sú utvorené, napr. $\text{Ca} > \text{Ca}^{2+}$

Anióny sú väčšie ako neutrálne atómy, z ktorých sú utvorené, napr. $\text{F} < \text{F}^-$

Polomer katiónov s rovnakou elektrónovou konfiguráciou valenčnej sféry s narastaním kladného nábojového čísla klesá. Čím vyšší je počet protónov v porovnaní s elektrónmi, tým väčšie príťažlivé sily medzi kladným jadrom a zápornými elektrónmi pôsobia a veľkosť iónu sa tým znižuje. Napr.: $\text{Li}^+ > \text{Be}^{2+} > \text{B}^{3+}$.

Polomer aniónov s rovnakou elektrónovou konfiguráciou valenčnej sféry s narastaním záporného nábojového čísla rastie. Čím je väčší záporný náboj, tým väčší je počet elektrónov v porovnaní s protónmi a elektróny sú slabšie priťahované kladným jadrom. Veľkosť iónu sa tým zväčšuje. Napr.: $\text{P}^{3-} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$.

V skupine PSP s narastajúcim protónovým číslom veľkosť iónov s rovnakým nábojom rastie, pretože je viac vrstiev obsadzovaných elektrónmi a valenčné elektróny sú viac vzdialené od jadra. Napr.: $\text{Li}^+ < \text{Na}^+$

Ionizačná energia (I) - je energia potrebná na odtrhnutie elektrónu z atómu alebo iónu v plynnom stave. Z neutrálneho atómu pritom vzniká katión.

Elektrónová afinita (A) - je energia, ktorá sa uvoľní prijatím elektrónu atómom v plynnom stave. Z atómu pritom vzniká anión.

Jednotka I aj A je **$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$**