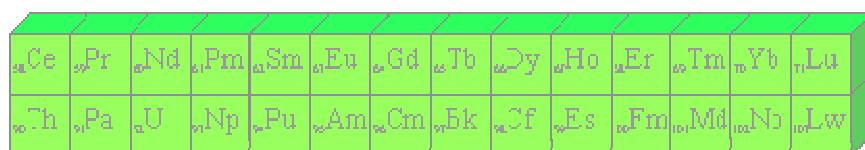
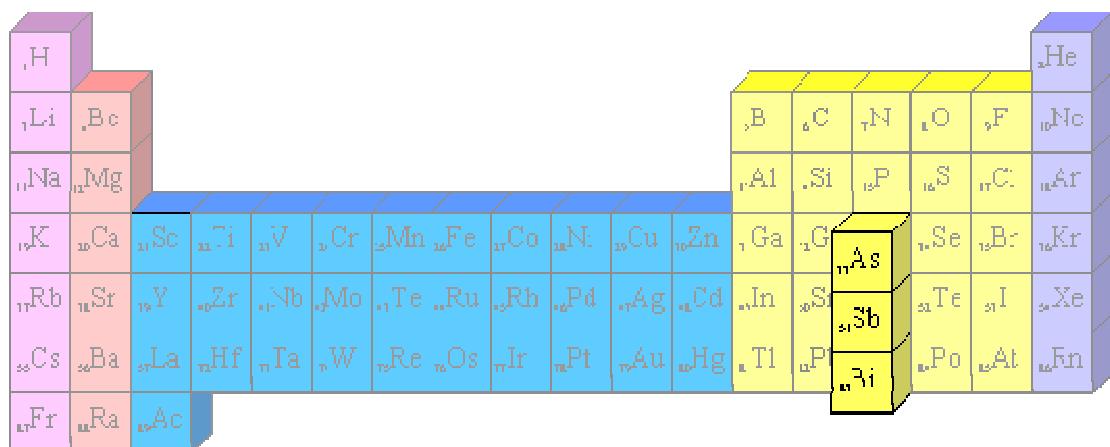


# Arsen, Antimon, Bismut

Arsen, Antimon a Bismut patří mezi p<sup>3</sup> prvky a také mezi nejdéle známé prvky (například jedovatost sloučenin arsenu byla známa již od 5. století). V přírodě jsou málo rozšířeny a ryzí se vyskytují jen výjimečně. Jsou chalkofilní a v malých množstvích se nacházejí jako sulfidy nebo oxidy (případně jako arsenidy a antimonidy kovů). Arsen a Antimon patří mezi polokovy s velkým měrným elektrickým odporem, Bismut je kov podobný cínu a olovu.



V předposlední vrstvě mají všechny tři prvky po 18 elektronech, struktura valenční vrstvy je analogická jako u dusíku a fosforu. Maximální kladné oxidační číslo +V uplatňují pouze vůči kyslíku, fluoru a chloru. Tvorba aniontů M<sup>3-</sup> je energeticky nevhodná, poměrně vysoké ionizační energie (8,0 až 9,8 eV) neumožňují vznik jednoduchých kationtů. Vazby ve sloučeninách arsenu, antimonu a bismutu mají proto převážně kovalentní charakter a obecně nejsou příliš polární s výjimkou vazeb s fluorem a kyslíkem. Koordinační čísla se pohybují v intervalu nula až šest (známa jsou i 10 a 12). S růstem atomové hmotnosti klesá tendence prvků k tvorbě π-vazeb a vzhledem k jejich nízké elektronegativitě nemá žádný z nich schopnost podílet se na tvorbě vodíkových můstků.

Arsen, antimon i bismut mají amfoterní vlastnosti a jejich chemické chování je na rozhraní mezi kovy a nekovy. Stabilita jejich hydridů klesá od arsenu k bismutu. Arsen se dikyslíkem pomalu oxiduje už za laboratorní teploty, antimon a bismut jsou za těchto podmínek stálé. Spalováním na vzduchu poskytují všechny tři prvky oxidy  $M^{III}O_3$ , v případě arsenu a antimonu je reakční produkt znečištěn i vyššími oxidy ( $As_2O_5$  resp.  $Sb_2O_4$  a  $Sb_2O_5$ ). Všechny tři prvky mají pozitivnější standardní oxidačně-redukční potenciály než vodík a ve vodě ani zředěných kyselinách se proto nerozpouštějí (rozpustit je lze v oxidujících kyselinách). Přímo se slučují s halogeny, chalkogeny a s některými elektropozitivnějšími kovy.

## Arsen

Má značku As a jeho latinský název je Arsenicum. Arsen může nabývat oxidačních čísel: -III, +III a +V. Je toxickej a bývá součástí slitin a polovodičů, je základem všech tranzistorů a počítačových procesorů. Sulfid arsenitý se používá jako pigment (královská žlut).

Existuje v několika allotropních modifikacích. Nejstálejší z nich je ocelově šedá, křehká, romboedrická  $\alpha$ -forma s vrstevnatou strukturou. Další modifikace jsou žlutý, hnědý a černý arsen. Za normálního tlaku sublimuje při  $615\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale taví se jen pod tlakem ( $615\text{ }^{\circ}\text{C}$  při  $3,91\text{ MPa}$ ). Jeho  $\alpha$ -forma je strukturně analogická šedému arsenu.

V zemské kůře poměrně vzácný. Nejvýznamnější ruda arsenu je arzenopyrit ( $FeAsS$ ). Občas se vyskytuje jako příměs niklu, kobaltu, antimonu, stříbra, zlata a železa a bývá obsažen v ložiscích uhlí.

Arsen se vyrábí pražením arsenopyritu bez přístupu vzduchu:  $FeAsS \rightarrow FeS + As$ . Oxidační pražení arzenopyritu a zachycování oxidu arsenitého. Čistý arsen pro polovodiče se připravuje metodou zonálního tavení.

## Antimon

Má značku Sb, latinsky Stibum. Nabývá oxidačních čísel: -III, +III, +IV, +V. Je součástí slitin, nahrazujících toxicke olovo-pájky, v keramice nahrazuje olovo v glazurách.

Antimon je znám v šesti alotropických modifikacích. Jeho  $\alpha$ -forma (bod tání: 631 °C, bod varu: 1587 °C) je strukturně analogická šedému arsenu, žlutý metastabilní alotrop je ještě méně stálý než analogická modifikace arsenu. Další modifikace je i černá a žlutá nekovová forma antimonu.

V zemské kůře poměrně vzácný prvek. Rudou antimonu je antimonit ( $Sb_2S_3$ ). Taky se vyskytuje jako příměs v rudách stříbra, mědi a olova.

Antimon se získává tavením antimonitu se železem:  $Sb_2S_3 + 3 Fe \rightarrow 3 FeS + 2 Sb$ , pražně - redukčním pochodem, případně se používá elektrolýza.

## Bismut

Má značku Bi a jeho latinský název je Bismuthum. Patří mezi těžké kovy a je netoxický. V zemské kůře je vzácný. Je radioaktivní.

Bismut je křehký kov s nádechem do červena, jeho  $\alpha$ -forma (bod tání: 271 °C, bod varu: 1564 °C) je rovněž strukturním analogem šedého arsenu.

Používá se, stejně jako antimon, jako součást slitin, které v dnešní době nahrazují toxické olovo-pájky, v keramice nahrazují toxické olovo v glazurách. Některé slitiny mají velmi nízký bod tání, čehož se využívá při konstrukci automatických hasicích systémů.

Bismut se ze svých rud získává pražně - redukčním pochodem, srážecím pochodem, případně elektrolýzou tavenin pro získání velmi čistého bismutu.