

Arsen, Antimon, Bismut

Arsen, Antimon a Bismut patří mezi p^3 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.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2He | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3Li | 4Be | | | | | | | | | | | 5B | 6C | 7N | 8O | 9F | 10Ne | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11Na | 12Mg | | | | | | | | | | | 13Al | 14Si | 15P | 16S | 17Cl | 18Ar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19K | 20Ca | 21Sc | 22Ti | 23V | 24Cr | 25Mn | 26Fe | 27Co | 28Ni | 29Cu | 30Zn | 31Ga | 32Ge | 33As | 34Se | 35Br | 36Kr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37Rb | 38Sr | 39Y | 40Zr | 41Nb | 42Mo | 43Tc | 44Ru | 45Rh | 46Pd | 47Ag | 48Cd | 49In | 50Sn | 51Sb | 52Te | 53I | 54Xe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55Cs | 56Ba | 57La | 58Hf | 59Ta | 60W | 61Re | 62Os | 63Ir | 64Pt | 65Au | 66Hg | 67Tl | 68Pb | 69Bi | 70Po | 71At | 72Rn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87Fr | 88Ra | 89Ac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tbody> <tr> <td>58Ce</td> <td>59Pr</td> <td>60Nd</td> <td>61Pm</td> <td>62Sm</td> <td>63Eu</td> <td>64Gd</td> <td>65Tb</td> <td>66Dy</td> <td>67Ho</td> <td>68Er</td> <td>69Tm</td> <td>70Yb</td> <td>71Lu</td> </tr> <tr> <td>88Th</td> <td>89Pa</td> <td>90U</td> <td>91Np</td> <td>92Pu</td> <td>93Am</td> <td>94Cm</td> <td>95Bk</td> <td>96Cf</td> <td>97Es</td> <td>98Fm</td> <td>99Md</td> <td>100No</td> <td>101Lw</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 58Ce | 59Pr | 60Nd | 61Pm | 62Sm | 63Eu | 64Gd | 65Tb | 66Dy | 67Ho | 68Er | 69Tm | 70Yb | 71Lu | 88Th | 89Pa | 90U | 91Np | 92Pu | 93Am | 94Cm | 95Bk | 96Cf | 97Es | 98Fm | 99Md | 100No | 101Lw |
| 58Ce | 59Pr | 60Nd | 61Pm | 62Sm | 63Eu | 64Gd | 65Tb | 66Dy | 67Ho | 68Er | 69Tm | 70Yb | 71Lu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88Th | 89Pa | 90U | 91Np | 92Pu | 93Am | 94Cm | 95Bk | 96Cf | 97Es | 98Fm | 99Md | 100No | 101Lw | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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^{3-} je energeticky nevýhodná, 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 $M^{III}_2O_3$, 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). Přímě 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 toxický a bývá součástí slitin a polovodičů, je základem všech tranzistorů a počítačových procesorů. Sulfid arsenitý se používá jako pigment (královská žlutá).

Existuje v několika alotropních modifikacích. Nejstálější z nich je ocelově šedá, křehká, romboedrická α -forma s vrstevnatou strukturou. Další modifikace jsou žlutý, hnědý a černý arsen. Za normálního tlaku sublimuje při 615 °C, ale taví se jen pod tlakem (615 °C při 3,91 MPa). Jeho α -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 arzenopyritu 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 toxické olovo-pájky, v keramice nahrazuje olovo v glazurách.

Antimon je znám v šesti alotropických modifikacích. Jeho α -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 elektrolyza.

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 α -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 elektrolyzou tavenin pro získání velmi čistého bismutu.