

[Elementele grupei 15](#)

[Formarea legăturilor în combinațiile elementelor grupei 15](#)

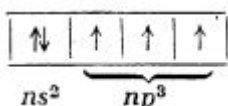
[Proprietăți fizice](#)

[Proprietăți chimice](#)

Elementele grupei 15

Grupa a V-a principală a sistemului periodic, numerotată V A sau 15, cuprinde următoarele elemente: *azot*, N, *fosfor*, P, *arsen*, As, *stibiu* (*antimoniu*), Sb, și *bismut*, Bi.

Atomii acestor elemente au stratul electronic exterior format din cinci electroni:



Existența acestor cinci electroni conferă în principiu elementelor numărul de oxidare maxim cinci. În realitate, însă, acest număr maxim se manifestă numai foarte rar. El se întâlnește în unii compuși pentahalogenati. (În compușii halogenati, de tipul X_2O_5 , elementul X este în realitate tetracoordinat.)

Formarea legăturilor în combinațiile elementelor grupei 15

Atomii elementelor grupei 15 nu formează în general combinații ionice. În soluție nu se cunosc cationi decât la stibiu, Sb^{3+} , și bismut, Bi^{3+} . În acești cationi, electrovalența maximă nu este atinsă. Doar cei trei electroni p sunt ionizabili și nu au și cei doi electroni s . La aceste elemente mai grele, ionizarea este posibilă datorită ecranizării nucleului de către mai multe straturi electronice.

Fiind așezate mai departe de gazele rare, la elementele acestei grupe atomii nu manifestă, în general, tendința de a forma ioni negativi (repulsia datorată electronilor atomilor este atât de mare, încât nucleul nu poate să mai atragă alți trei electroni necesari completării învelișului electronic exterior). Ionii N^{3-} , P^{3-} și As^{3-} există numai în stare solidă (în unele nitruri, fosfuri sau arseniuri metalice).

Atomii elementelor grupei a V-a principale tind, însă, să-și completeze stratul electronic exterior prin formare de *legături covalente*.

În mod obișnuit, conform regulii octetului, atomii elementelor grupei a V-a pot forma trei covalențe; compușii respectivi au formula generală XR_3 . La formarea covalențelor participă cei trei electroni p .

Cum regula octetului se aplică riguros la a doua perioadă mică, azotul poate fi numai tricovalent.

În cazuri speciale, din cauza existenței perechii de electroni neparticipanți s^2 , atomii elementelor grupei pot forma și combinații în care sunt legați coordinativ, având rol de *donori de electroni*. Această proprietate este pronunțată la azot. (Omologii azotului pot avea rol și de acceptori de electroni).

Odată cu creșterea volumului atomic crește și valoarea maximă a numărului de coordinație a acestor elemente. Regula octetului, valabilă riguros la azot, limitează numărul de coordinație al acestui element la patru. La fosfor, arsen și uneori la stibiu, numărul maxim de coordinație este cinci, de exemplu în halogenuri (PF_5 , PCl_5 , AsF_5 , SbF_5). Stibiul și bismutul formează complecși în care numărul lor de coordinație se ridică chiar la șase, de exemplu în $[Sb(OH)_6]K$ și $[Bi_6]K_2$.

Proprietăți fizice

Proprietățile fizice ale elementelor grupei 15 sunt arătate în tabelul de mai jos:

Caracteristicile elementelor din grupa 15 a sistemului periodic

Caracteristici	Azot N	Fosfor P	Arsen As	Stibiu Sb	Bismut Bi
Numărul atomic	7	15	33	51	83
Configurația electronică exterioară	$2s^2 2p^3$	$3s^2 3p^3$	$4s^2 4p^3$	$5s^2 5p^3$	$6s^2 6p^3$
Masa atomică	14,007	30,974	74,922	121,75	208,98
Densitatea (s), g/cm ³	0,96	1,82	5,72	6,69	9,80
Punctul de topire, °C	-210,0	44,1	817 (36 atm)	630,5	271,0
Punctul de fierbere, °C	-195,8	280	633	1640	1560
Potențialul de ionizare, eV	14,54	11,0	10,0	8,64	8,0
Electronegativitatea (conform L. Pauling)	3,0	2,1	2,0	1,9	1,9
Raza de covalență, Å	0,74	1,10	1,21	1,41	1,52
Raza ionică (pt. X ³⁻), Å	1,71	2,12	2,22	2,45	-

Proprietăți chimice

Omologii azotului au proprietatea de a exista sub formă de mai multe modifiții alotropice, dintre care, la arsen, stibiu și bismut, modifiția alotropică obișnuită este cea metalică.

Azotul are molecula diatomică; în stare gazoasă, fosforul, arsenul și stibiul au molecula formată din patru atomi; molecula de bismut este diatomică. În stare solidă, fosforul, arsenul și stibiul au atât structură tetraedrică (P₄, As₄, Sb₄), cât și structură metalică; bismutul are numai structură metalică.

Cu hidrogenul, elementele grupei 15 formează combinații de tipul XH₃, unde X reprezintă elementul grupei, adică NH₃, PH₃, AsH₃ etc. În timp ce combinațiile cu hidrogenul ale elementelor grupei 17 (hidracizii halogenați) au caracter acid, iar cele din grupa 16, caracter slab acid (ca de exemplu H₂S), combinațiile cu hidrogenul ale elementelor grupei 15 nu mai au caracter acid (din această cauză, formulele lor nu se scriu cu hidrogenul înainte, ca la acizi; de exemplu: NH₃ și nu H₃N; PH₃ și nu H₃P). NH₃ este o bază slabă.

Stabilitatea hidrurilor este din ce în ce mai mică la ultimele elemente ale grupei: amoniacul, NH₃, este un compus stabil, pe când hidrura de bismut, BiH₃, este atât de instabilă, încât a fost obținută cu greu.

Aceasta reiese, de altfel, din căldurile de formare ale acestor hidruri:

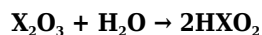
Căldurile de formare ale hidrurilor elementelor din grupa 15

Hidrura	NH ₃	PH ₃	AsH ₃	SbH ₃
Căldura de formare, kcal/mol	-11	-6	43	35
lichid	-16,07	-2,3	43,6	81,8
gaz				

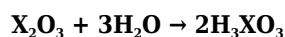
Molecula de NH_3 poate adăuga un ion de hidrogen, formând radicalul amoniu, care în soluție formează ionul pozitiv monovalent NH_4^+ . Această manifestare este mai puțin accentuată la PH_3 , care formează radicalul fosfoniu PH_4 , și nu se mai întâlnește la celelalte elemente. În aceste combinații, numărul de coordinație al azotului și fosforului este patru.

Cu oxigenul, elementele grupei 15 formează combinații de tipul X_2O_3 și X_2O_5 , care sunt anhidride. Astfel, N_2O_3 este anhidrida azotoasă și N_2O_5 - anhidrida azotică; P_2O_3 - anhidrida fosforoasă și P_2O_5 - anhidrida fosforică etc.

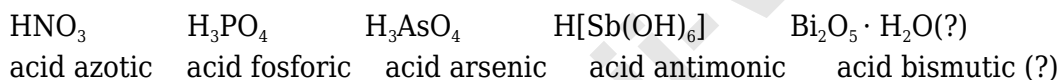
Acizii corespunzători sunt de tipul HXO_2 și HXO_3 (de exemplu HNO_2 și HNO_3):



sau de tipul H_3XO_3 și H_3XO_4 (de exemplu H_3AsO_3 și H_3AsO_4):



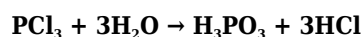
Tăria acizilor în care elementul are număr de oxidare cinci se micșorează odată cu creșterea numărului atomic al elementului. Deci scade tăria acizilor în ordinea:



Astfel, acidul azotic este un acid tare, acidul fosforic un acid de tărie mijlocie, iar acidul arsenic și acidul antimonic sunt acizi slabi (cunoscuți numai în soluție sau ca săruri). Compoziția acidului bismutic nu este cunoscută (există însă săruri care derivă de la acest acid).

Cu creșterea numărului atomic crește și caracterul electropozitiv al elementelor grupei 15. Astfel N_2O_3 și P_2O_3 sunt anhidride acide, pe când As_2O_3 și Sb_2O_3 au caracter amfoter, iar Bi_2O_3 este un oxid cu caracter bazic pronunțat.

Intensificarea caracterului electropozitiv se manifestă și în ce privește acțiunea apei asupra derivaților halogenați. De exemplu, tricolorura de fosfor este total hidrolizată în acid fosforos și acid clorhidric:



Tricolorura de arsen, AsCl_3 , este parțial hidrolizată datorită reacției în sens contrar (hidroxidul de arsen rezultat are caracter amfoter). Hidroliza tricolorurii de stibiu, SbCl_3 , și a tricolorurii de bismut, BiCl_3 , se oprește la o etapă intermediară, cu formarea unor săruri ale oxidului de stibiu sau de bismut, $[\text{SbO}]^+$ sau $[\text{BiO}]^+$, în soluție rămânând o cantitate de ioni Sb^{3+} și Bi^{3+} .

Unele elemente ale grupei pot manifesta și alte grade de oxidare față de oxigen; astfel, azotul formează combinații cu oxigenul în care are numerele de oxidare de la +1 la +5.

Ca și la elementele altor grupe principale ale tabelului periodic, primul element (azotul) și ultimul element (bismutul) din grupă manifestă proprietăți oarecum diferite de fosfor, arsen și stibiu. Astfel,

azotul este mai puțin reactiv, derivații lui trihalogenați sunt instabili, nu poate forma derivați pentahalogenați etc.

www.Lectii-Virtuale.ro