

บทที่ 2

ตารางธาตุและสมบัติของตารางธาตุ

ตารางธาตุ

สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของธาตุเป็นฟังก์ชันพีริออดิกของเลขอะตอม

สมบัติบางชนิดของธาตุสัมพันธ์กับการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนในอะตอม

เช่น สมบัติการนำไฟฟ้า พลังงานไอออไนเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

ค่าสภาพไฟฟ้าลบ เป็นต้น

วิวัฒนาการของตารางพีริออดิก

โยฮันน์ เดอเบอ์ไรเนอร์ (Johann Dobereiner)

จัดธาตุเป็นกลุ่มๆ ละ 3 ธาตุ สมบัติที่คล้ายคลึงกัน “Law of triads”

Li	น้ำหนักอะตอม	7	Ca	น้ำหนักอะตอม	40
Na	น้ำหนักอะตอม	23	Sr	น้ำหนักอะตอม	88
K	น้ำหนักอะตอม	39	Ba	น้ำหนักอะตอม	137

ธาตุตัวกลางมีน้ำหนักอะตอมเป็นค่าเฉลี่ยของธาตุตัวที่หนึ่ง และธาตุตัวที่สาม

ธาตุตัวกลางไม่เป็นค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอะตอมของธาตุที่เหลือในแต่ละกลุ่ม

Cu	น้ำหนักอะตอม	63.5
----	--------------	------

Ni	น้ำหนักอะตอม	58.7
----	--------------	------

Ag	น้ำหนักอะตอม	108
----	--------------	-----

Pd	น้ำหนักอะตอม	106.4
----	--------------	-------

Au	น้ำหนักอะตอม	197
----	--------------	-----

Pt	น้ำหนักอะตอม	195.1
----	--------------	-------

ไม่เป็นที่ยอมรับ

จอห์น นิวแลนด์ส (John Newlands) “Law of octaves”

เรียงธาตุตามน้ำหนักอะตอม (ยกเว้น H และแก๊สเฉื่อย)

ธาตุตัวที่ 1 และตัวที่ 8 มีสมบัติคล้ายกันไม่ว่าจะเริ่มนับจากตัวใด

						H
Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe	Co,Ni
Cu	Zn	Y	In	As	Se	Br

น้ำหนักอะตอมเกี่ยวกับความคล้ายคลึงกับธาตุได้อย่างไร

ธาตุที่น้ำหนักอะตอมไม่เกินน้ำหนักอะตอมของ Ca เท่านั้น

Dmitri Ivanovich Mendeleev ชาวรัสเซีย

Julius Lothar Meyer ชาวเยอรมัน

เรียงธาตุตามน้ำหนักอะตอมจากน้อยไปมาก

ธาตุที่มีสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์คล้ายกัน อยู่ตรงกันเป็นช่วง ๆ

กฎพีริออดิก (periodic law)

สมบัติต่างๆของธาตุเป็นฟังก์ชันพีริออดิกของน้ำหนักอะตอมของธาตุ

เมนเดลีฟ ได้เว้นที่ว่างไว้สำหรับธาตุที่ยังไม่พบคาดว่าจะพบในภายหลัง

H = 1																
Li = 7	Be = 9.4											B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19
Na = 23	Mg = 24											Al=27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl=35.5
K = 39	Ca = 40	?, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn										? = 68	? = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80

Properties of Germanium	Predicted in 1871	Observed in 1886
Atomic weight	72	72.3
Density	5.5 g/cm ³	5.47 g/cm ³
Specific heat	0.31 J/(°C · g)	0.32 J/(°C · g)
Melting point	Very high	960°C
Oxide formula	RO ₂	GeO ₂
Oxide density	4.7 g/cm ³	4.70 g/cm ³
Chloride formula	RCI ₄	GeCl ₄
Boiling point of chloride	100°C	86°C

ตารางพีริออดิกของเมนเดลีฟที่ตีพิมพ์ในประเทศอังกฤษ ค.ศ. 1872

TABELLE II								
REIHEN	GRUPPE I. — R ² O	GRUPPE II. — RO	GRUPPE III. — R ² O ³	GRUPPE IV. RH ⁴ RO ²	GRUPPE V. RH ³ R ² O ⁵	GRUPPE VI. RH ² RO ³	GRUPPE VII. RH R ² O ⁷	GRUPPE VIII. — RO ⁴
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	= 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	= 68	= 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	? Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	= 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	? Di = 138	? Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	? Er = 178	? La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

Henry Moseley

เรียงธาตุตามเลขอะตอมไม่เกิดการสลับที่กัน

เรียงอะตอมตามน้ำหนักอะตอม Co มาก่อน Ni, Te มาก่อน I, Ar มาก่อน K

กฎพีริออดิก

สมบัติต่าง ๆ ของธาตุเป็นฟังก์ชันพีริออดิกของเลขอะตอม

ตารางพีริออดิกปัจจุบัน

หมู่ (group) และคาบ (period)

ระบบ IUPAC ระบบ European และระบบ U.S.

นิยมใช้ระบบ U.S.

แบ่ง 2 หมู่ คือ

หมู่ A มี 8 หมู่ย่อย คือ IA ถึง VIII A

หมู่ B มี 8 หมู่ย่อยคือ IB ถึง VIII B

Main-Group Elements												Main-Group Elements							
1 IA												13 IIIA		14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
1 H 1.00794	2 He 4.002602											5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984032	10 Ne 20.1797		
3 Li 6.941	4 Be 9.012182	Transition Metals										11 Na 22.98976928	12 Mg 24.3050	13 Al 26.9815386	14 Si 28.0855	15 P 30.973762	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955912	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938045	26 Fe 55.845	27 Co 58.933195	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798		
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.90447	54 Xe 131.293		
55 Cs 132.9054519	56 Ba 137.327	71 Lu 174.967	72 Hf 178.49	73 Ta 180.94788	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.084	79 Au 196.966569	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98040	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)		
87 Fr (223)	88 Ra (226)	103 Lr (262)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (291)	118 Uuo (294)			
		Inner Transition Metals																	
		Lanthanides																	
		57 La 138.90547	58 Ce 140.116	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.244	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92535	66 Dy 162.500	67 Ho 164.93032	68 Er 167.259	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04				
		Actinides																	
		89 Ac (227)	90 Th 232.03806	91 Pa 231.03588	92 U 238.02891	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)				

Metal

Metalloid

Nonmetal

Atomic number

Symbol

Atomic mass

เหตุที่ 2 แถวข้างล่างเขียน
 แยก (ธาตุคาบที่ 6 และ 7)
 เพื่อให้ตารางฟิรูดิก
 กะทัดรัด
 เน้นสมบัติคล้ายคลึงของ
 ธาตุในแต่ละแถว

MAIN-GROUP ELEMENTS												MAIN-GROUP ELEMENTS											
IA (1)												VIII A (18)											
1	1 H 1.008											2 He 4.003											
2	3 Li 6.941											4 Be 9.012											
3	11 Na 22.99											12 Mg 24.31											
4	19 K 39.10											20 Ca 40.08											
5	37 Rb 85.47											38 Sr 87.62											
6	55 Cs 132.9											56 Ba 137.3											
7	87 Fr (223)											88 Ra (226)											
TRANSITION ELEMENTS												TRANSITION ELEMENTS											
III B (3)												III A (13)											
IV B (4)												IV A (14)											
V B (5)												V A (15)											
VI B (6)												VI A (16)											
VII B (7)												VII A (17)											
VIII B (8)												VIII A (18)											
IX B (9)												VIII A (18)											
X B (10)												VIII A (18)											
XI B (11)												VIII A (18)											
XII B (12)												VIII A (18)											
13 Al 26.98												14 Si 28.09											
15 P 30.97												16 S 32.07											
17 Cl 35.45												18 Ar 39.95											
19 K 39.10												20 Ca 40.08											
21 Sc 44.96												22 Ti 47.88											
23 V 50.94												24 Cr 52.00											
25 Mn 54.94												26 Fe 55.85											
27 Co 58.93												28 Ni 58.69											
29 Cu 63.55												30 Zn 65.41											
31 Ga 69.72												32 Ge 72.61											
33 As 74.92												34 Se 78.96											
35 Br 79.90												36 Kr 83.80											
37 Rb 85.47												38 Sr 87.62											
39 Y 88.91												40 Zr 91.22											
41 Nb 92.91												42 Mo 95.94											
43 Tc (98)												44 Ru 101.1											
45 Rh 102.9												46 Pd 106.4											
47 Ag 107.9												48 Cd 112.4											
49 In 114.8												50 Sn 118.7											
51 Sb 121.8												52 Te 127.6											
53 I 126.9												54 Xe 131.3											
55 Cs 132.9												56 Ba 137.3											
57 La 138.9												58 Ce 140.1											
59 Pr 140.9												60 Nd 144.2											
61 Pm (145)												62 Sm 150.4											
63 Eu 152.0												64 Gd 157.3											
65 Tb 158.9												66 Dy 162.5											
67 Ho 164.9												68 Er 167.3											
69 Tm 168.9												70 Yb 173.0											
71 Lu 175.0												72 Hf 178.5											
73 Ta 180.9												74 W 183.9											
75 Re 186.2												76 Os 190.2											
77 Ir 192.2												78 Pt 195.1											
79 Au 197.0												80 Hg 200.6											
81 Tl 204.4												82 Pb 207.2											
83 Bi 209.0												84 Po (209)											
85 At (210)												86 Rn (222)											
87 Fr (223)												88 Ra (226)											
89 Ac (227)												90 Th 232.0											
91 Pa (231)												92 U 238.0											
93 Np (237)												94 Pu (242)											
95 Am (243)												96 Cm (247)											
97 Bk (247)												98 Cf (251)											
99 Es (252)												100 Fm (257)											
101 Md (258)												102 No (259)											
103 Lr (260)												104 Rf (263)											
105 Db (262)												106 Sg (266)											
107 Bh (267)												108 Hs (277)											
109 Mt (268)												110 Ds (281)											
111 Rg (272)												112 (285)											
113 (284)												114 (289)											
115 (289)												116 (292)											
117 (293)												118 (294)											
119 (295)												120 (296)											
121 (297)												122 (298)											
123 (299)												124 (300)											
125 (301)												126 (302)											
127 (303)												128 (304)											
129 (305)												130 (306)											
131 (307)												132 (308)											
133 (309)												134 (310)											
135 (311)												136 (312)											
137 (313)												138 (314)											
139 (315)												140 (316)											
141 (317)												142 (318)											
143 (319)												144 (320)											
145 (321)												146 (322)											
147 (323)												148 (324)											
149 (325)												150 (326)											
151 (327)												152 (328)											
153 (329)												154 (330)											
155 (331)												156 (332)											
157 (333)												158 (334)											
159 (335)												160 (336)											
161 (337)												162 (338)											
163 (339)												164 (340)											
165 (341)												166 (342)											
167 (343)												168 (344)											
169 (345)												170 (346)											
171 (347)												172 (348)											
173 (349)												174 (350)											
175 (351)												176 (352)											
177 (353)												178 (354)											
179 (355)												180 (356)											
181 (357)												182 (358)											
183 (359)												184 (360)											
185 (361)												186 (362)											
187 (363)												188 (364)											
189 (365)												190 (366)											
191 (367)												192 (368)											
193 (369)												194 (370)											
195 (371)												196 (372)											
197 (373)												198 (374)											
199 (375)												200 (376)											
201 (377)												202 (378)											
203 (379)												204 (380)											
205 (381)												206 (382)											
207 (383)												208 (384)											
209 (385)												210 (386)											
211 (387)												212 (388)											
213 (389)												214 (390)											
215 (391)												216 (392)											
217 (393)												218 (394)											
219 (395)												220 (396)											
221 (397)												222 (398)											
223 (399)												224 (400)											
225 (401)												226 (402)											
227 (403)												228 (404)											
229 (405)												230 (406)											
231 (407)												232 (408)											
233 (409)												234 (410)											
235 (411)												236 (412)											
237 (413)												238 (414)											
239 (415)												240 (416)											
241 (417)												242 (418)											
243 (419)												244 (420)											
245 (421)												246 (422)											
247 (423)												248 (424)											
249 (425)												250 (426)											
251 (427)												252 (428)											
253 (429)												254 (430)											
255 (431)												256 (432)											
257 (433)												258 (434)											
259 (435)												260 (436)											
261 (437)												262 (438)											
263 (439)												264 (440)											
265 (441)												266 (442)											
267 (443)												268 (444)											
269 (445)												270 (446)											
271 (447)												272 (448)											
273 (449)												274 (450)											
275 (451)												276 (452)											
277 (453)												278 (454)											
279 (455)												280 (456)											
281 (457)												282 (458)											
283 (459)												284 (460)											
285 (461)												286 (462)											
287 (463)												288 (464)											
289 (465)												290 (466)											
291 (467)												292 (468)											
293 (469)												294 (470)											
295 (471)												296 (472)											
297 (473)												298 (474)											
299 (475)												300 (476)											
301 (477)												302 (478)											
303 (479)												304 (480)											
305 (481)												306 (482)											
307 (483)												308 (484)											
309 (485)												310 (486)											
311 (487)												312 (488)											
313 (489)												314 (490)											
315 (491)												316 (492)											
317 (493)												318 (494)											
319 (495)												320 (496)											
321 (497)												322 (498)											
323 (499)												324 (500)											
325 (501)												326 (502)											
327 (503)												328 (504)											
329 (505)												330 (506)											
331 (507)												332 (508)											
333 (509)												334 (510)											
335 (511)												336 (512)											
337 (513)												338 (514)											
339 (515)												340 (516)											
341 (517)												342 (518)											
343 (519)												344 (520)											
345 (521)												346 (522)											
347 (523)												348 (524)											
349 (525)												350 (526)											
351 (527)												352 (528)											
353 (529)												354 (530)											
355 (531)												356 (532)											
357 (533)												358 (534)											
359 (535)												360 (536)											
361 (537)												362 (538)											
363 (539)												364 (540)											
365 (541)												366 (542)											
367 (543)												368 (544)											
369 (545)												370 (546)											
371 (547)												372 (548)											
373 (549)												374 (550)											
375 (551)												376 (552)											
377 (553)												378 (554)											
379 (555)												380 (556)											
381 (557)												382 (558)											
383 (559)												384 (560)											
385 (561)												386 (562)											
387 (563)												388 (564)											
389 (565)												390 (566)											
391 (567)												392 (568)											
393 (569)												394 (570)											
395 (571)												396 (572)											
397 (573)												398 (574)											
399 (575)												400 (576)											
401 (577)												402 (578)											
403 (579)												404 (580)											
405 (581)												406 (582)											
407 (583)												408 (584)											
409 (585)												410 (586)											
411 (587)												412 (588)											
413 (589)												414 (590)											
415 (591)												416 (592)											
417 (593)												418 (594)											
419 (595)												420 (596)											
421 (597)												422 (598)											
423 (599)												424 (600)											
425 (601)												426 (602)											
427 (603)												428 (604)											
429 (605)												430 (606)											
431 (607)												432 (608)											
433 (609)												434 (610)											
435 (611)												436 (612)											
437 (613)												438 (614)											
439 (615)												440 (616)											
441 (617)												442 (618)											
443 (619)												444 (620)											
445 (621)												446 (622)											
447 (623)												448 (624)											
449 (625)												450 (626)											
451 (627)												452 (628)											
453 (629)												454 (630)											
455 (631)												456 (632)											
457 (633)												458 (634)											
459 (635)												460 (636)											
461 (637)												462 (638)											
463 (639)												464 (640)											
465 (641)												466 (642)											
467 (643)												468 (644)											
469 (645)												470 (646)											
471 (647)												472 (648)											
473 (649)												474 (650)											
475 (651)												476 (652)											
477 (653)												478 (654)											
479 (655)												480 (656)											
481 (657)												482 (658)											
483 (659)												484 (660)											
485 (661)												486 (662)											
487 (663)												488 (664)											
489 (665)												490 (666)											
491 (667)												492 (668)											
493 (669)												494 (670)											
495 (671)												496 (672)											
497 (673)												498 (674)											
499 (675)												500 (676)											
501 (677)												502 (678)											
503 (679)												504 (680)											
505 (681)												506 (682)											
507 (683)												508 (684)											
509 (685)												510 (686)											
511 (687)												512 (688)											
513 (689)												514 (690)											
515 (691)												516 (692)											
517 (693)												518 (694)											
519 (695)												520 (696)											
521 (697)												522 (698)											
523 (699)												524 (700)											
525 (701)												526 (702)											
527 (703)												528 (704)											
529 (705)												530 (706)											
531 (707)												532 (708)											
533 (709)												534 (710)											
535 (711)												536 (712)											
537 (713)												538 (714)											
539 (715)												540 (716)											
541 (717)												542 (718)											
543 (719)												544 (720)											
545 (721)												546 (722)											
547 (723)												548 (724)											
549 (725)												550 (726)											
551 (727)												552 (728)											
553 (729)												554 (730)											
555 (731)												556 (732)											
557 (733)												558 (734)											
559 (735)												560 (736)											
561 (737)												562 (738)											
563 (739)												564 (740)											
565 (741)												566 (742)											
567 (743)												568 (744)											
569 (745)												570 (746)											
571 (747)												572 (748)											
573 (749)												574 (750)											
575 (751)												576 (752)											
577 (753)												578											

การแบ่งธาตุเป็นเขต

จำแนกการเติมอิเล็กตรอนให้ครบจำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้ในแต่ละออร์บิทัล

เรียกตามออร์บิทัลที่อิเล็กตรอนตัวสุดท้ายบรรจุในออร์บิทัล

		Group																
		1A	2A									3A	4A	5A	6A	7A	8A	
Period	1	1s																1s
	2	2s											2p					
	3	3s											3p					
	4	4s					3d							4p				
	5	5s					4d							5p				
	6	6s	La				5d							6p				
	7	7s	Ac				6d							7p				

แบ่ง 4 เขต คือ

ธาตุในเขต s p d และ f

ธาตุเรพรีเซนต์ (Representative element)

ธาตุในเขต s และเขต p

ธาตุหมู่ IA ถึง VIII A

แก๊สมีตระกูล, แก๊สเฉื่อย (noble gas หรือ inert gas) ธาตุหมู่ 0

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานสูงสุดของ s และ p ออร์บิทัลครบ = 8

ยกเว้น He จัดเต็มใน s ออร์บิทัล

ธาตุทรานสิชัน (Transition element)

ธาตุในเขต d

นับซ้ายไปขวา IIIB IVB VB VIB VIIB VIIIB IB และ IIB

ธาตุทรานสิชันแทรก (Inner transition element)

ธาตุในเขต f

กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ (lanthanide) มีเลขอะตอม 58 – 71

กลุ่มธาตุแอคติไนด์ (actinide) มีเลขอะตอม 90 – 103

สมบัติและแนวโน้มสมบัติต่าง ๆ ของธาตุตามตารางพีริออดิก

สมบัติของธาตุต่าง ๆ ในตารางพีริออดิก เปลี่ยนอย่างค่อนข้างสม่ำเสมอ

อธิบายสมบัติการเปลี่ยนแปลงจากโครงสร้างอิเล็กตรอนในอะตอม

รัศมีอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน

ค่าสภาพไฟฟ้าลบ ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน จุดหลอมเหลวจุดเดือด

ความว่องไวในปฏิกิริยาเคมี ความเป็นกรด-เบสของออกไซด์

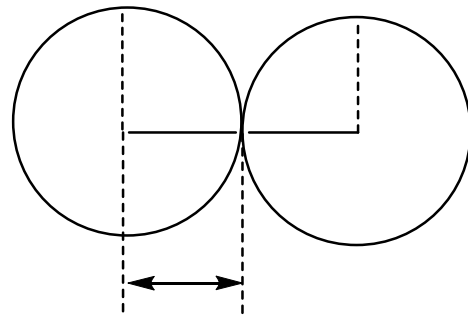
รัศมีอะตอม (Atomic radii)

ขนาดอะตอม เทคนิคการหักเหกระจายของรังสีเอกซ์ (x-ray diffraction)

ค่ารัศมีอะตอม จำแนก 3 ประเภท

รัศมีโลหะ (Metallic radii)

โลหะมีการจัดเรียงอะตอมแบบชิดกัน รัศมีโลหะหาได้จาก



ความยาวของพันธะโลหะหารด้วย 2 หรือ ระยะห่างนิวเคลียสของโลหะสองอะตอมหารด้วย 2

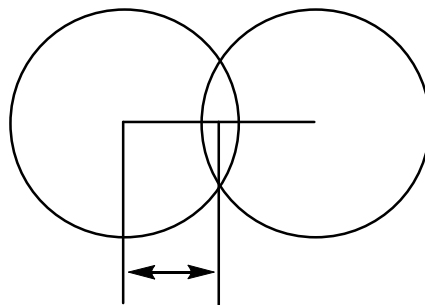
รัศมีโคเวเลนต์ (Covalent radii)

ระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอม 2 อะตอมที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์หารด้วย 2

ความยาวของพันธะโคเวเลนต์ หารด้วย 2 หรือ

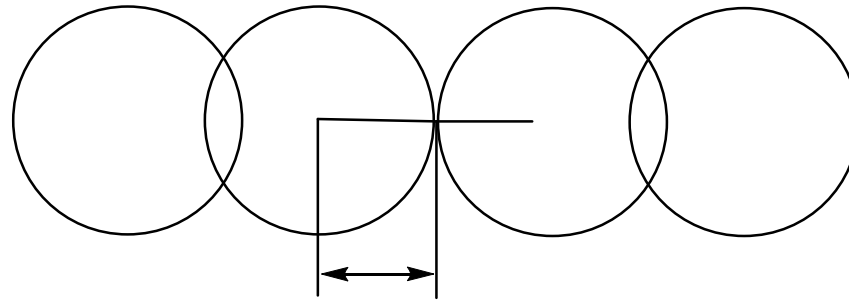
$$\text{ความยาวพันธะ Cl - Cl} = 198 \text{ pm.}$$

$$\text{รัศมีโคเวเลนต์ของ Cl} = \frac{198}{2} = 99 \text{ pm}$$



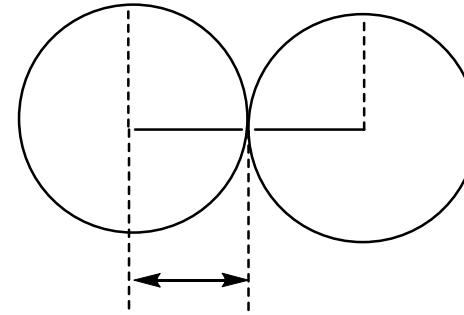
รัศมีแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals radii)

ความยาวระหว่างนิวเคลียสของโลหะ 2 อะตอมที่ไม่เกิดพันธะต่อกันหาร 2



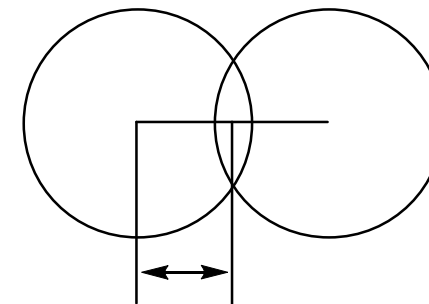
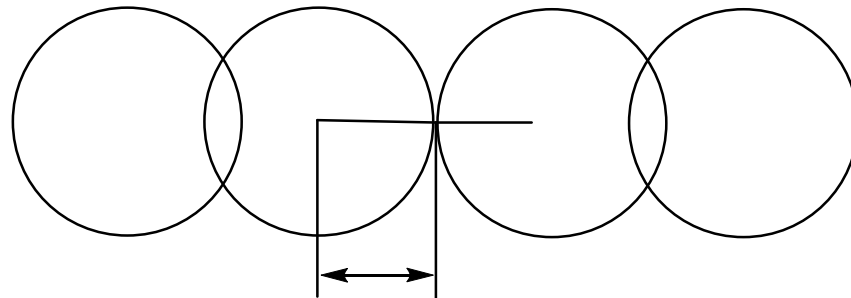
รัศมีอะตอม (Atomic radii)

โลหะ มีรัศมีอย่างเดียวน คือ รัศมีโลหะ



อโลหะ มี 2 ชนิด คือ รัศมีโคเวเลนต์ รัศมีแวนเดอร์วาลส์

อะตอมชนิดเดียวกันรัศมีแวนเดอร์วาลส์ยาวกว่ารัศมีโคเวเลนต์

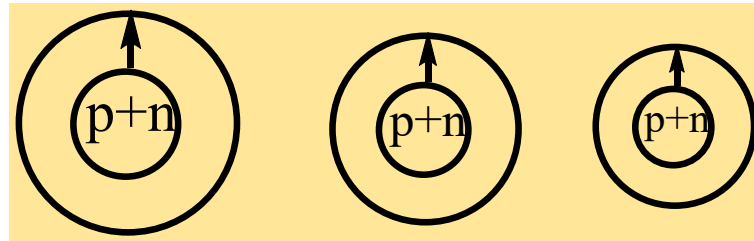


ธาตุหมู่เดียวกัน จากบนลงล่าง รัศมีอะตอมของธาตุมีขนาดเพิ่มขึ้น

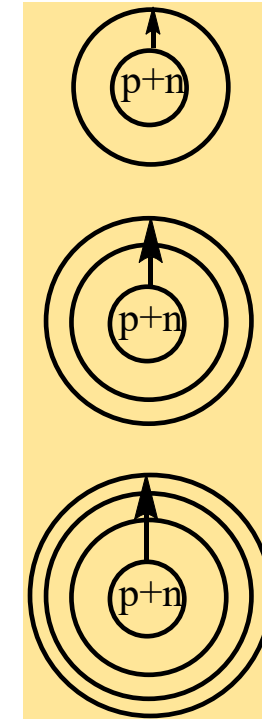
ระยะทางจากนิวเคลียสไปยังอิเล็กตรอนวงนอกมากกว่า

จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส เป็นอิทธิพล (shielding effect)

ธาตุคาบเดียวกัน



จากซ้ายไปขวา รัศมีอะตอมของธาตุมีขนาดลดลง



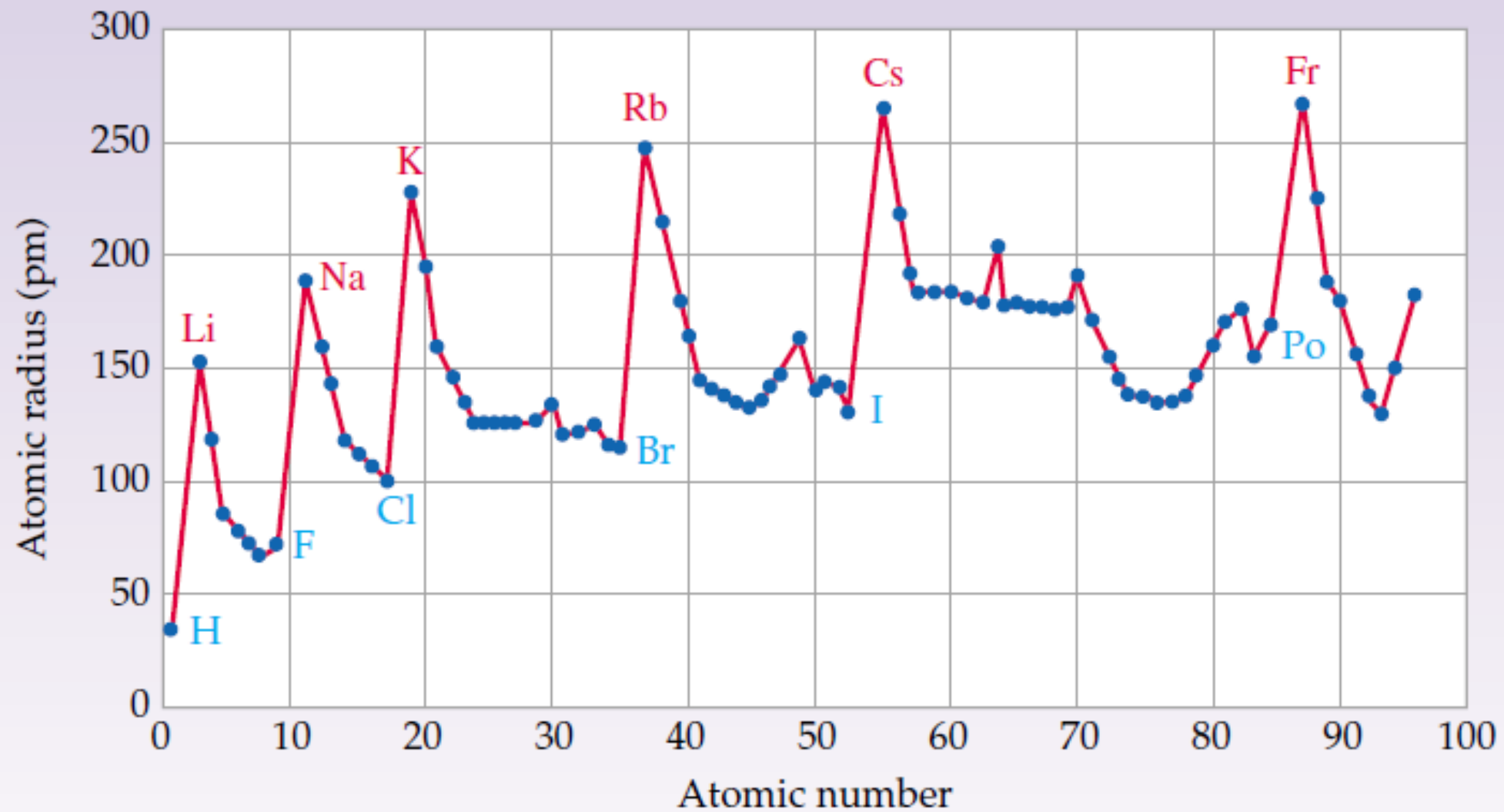
ระดับพลังงานมากขึ้น
จำนวนโปรตอนเพิ่มขึ้น

จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเพิ่มขึ้น แรงดึงดูดของนิวเคลียสต่ออิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

Radius increases ↓ Radius decreases → Radius increases ↓

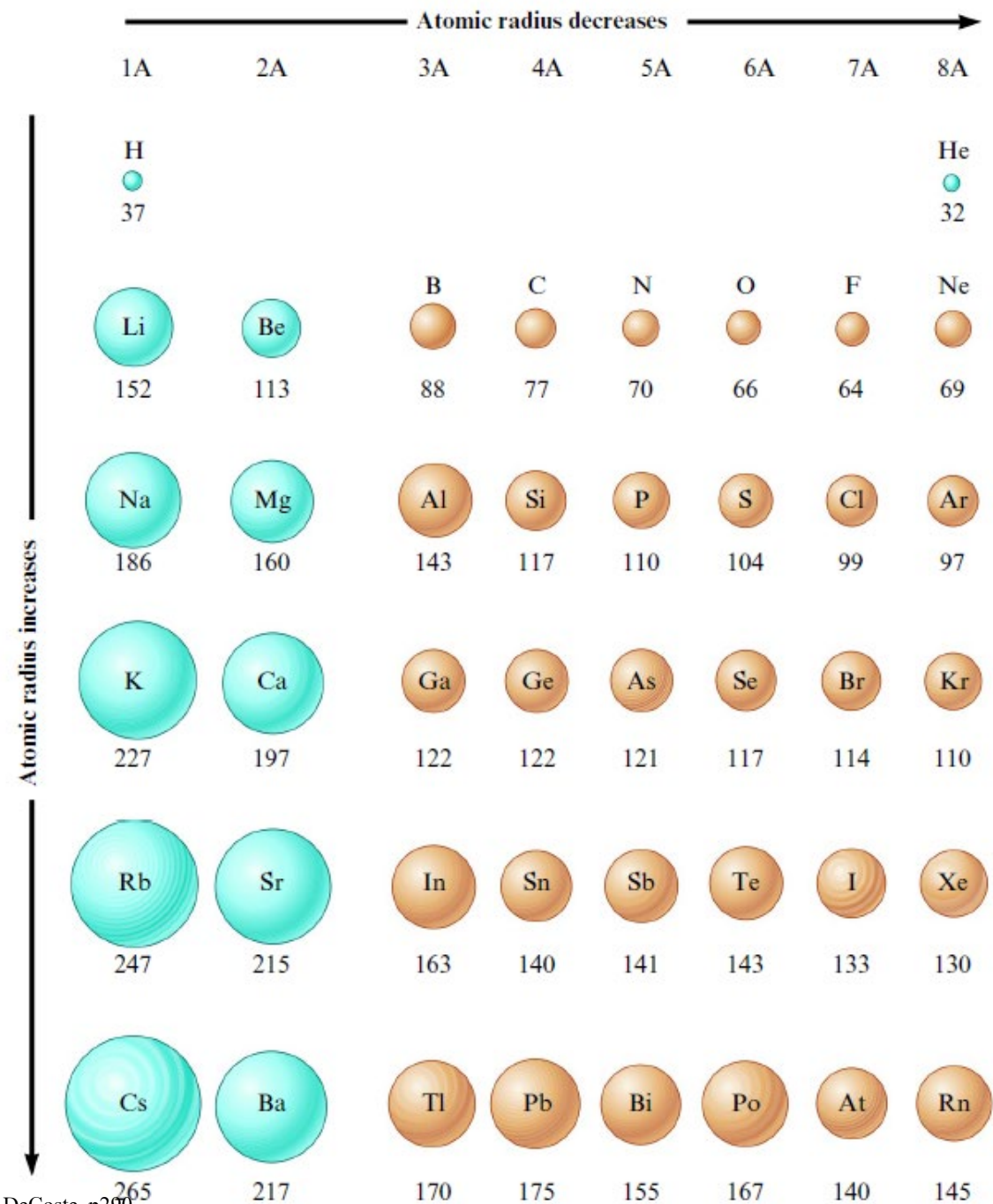
H 37																	He
Li 152	Be 112											B 83	C 77	N 75	O 73	F 72	Ne
Na 186	Mg 160											Al 143	Si 117	P 110	S 104	Cl 99	Ar
K 227	Ca 197	Sc 162	Ti 147	V 134	Cr 128	Mn 127	Fe 126	Co 125	Ni 124	Cu 128	Zn 134	Ga 135	Ge 122	As 120	Se 116	Br 114	Kr
Rb 248	Sr 215	Y 180	Zr 160	Nb 146	Mo 139	Tc 136	Ru 134	Rh 134	Pd 137	Ag 144	Cd 151	In 167	Sn 140	Sb 140	Te 143	I 133	Xe
Cs 265	Ba 222	La 187	Hf 159	Ta 146	W 139	Re 137	Os 135	Ir 136	Pt 138	Au 144	Hg 151	Tl 170	Pb 175	Bi 150	Po 167	At	Rn

Atomic radii of the elements in picometers.



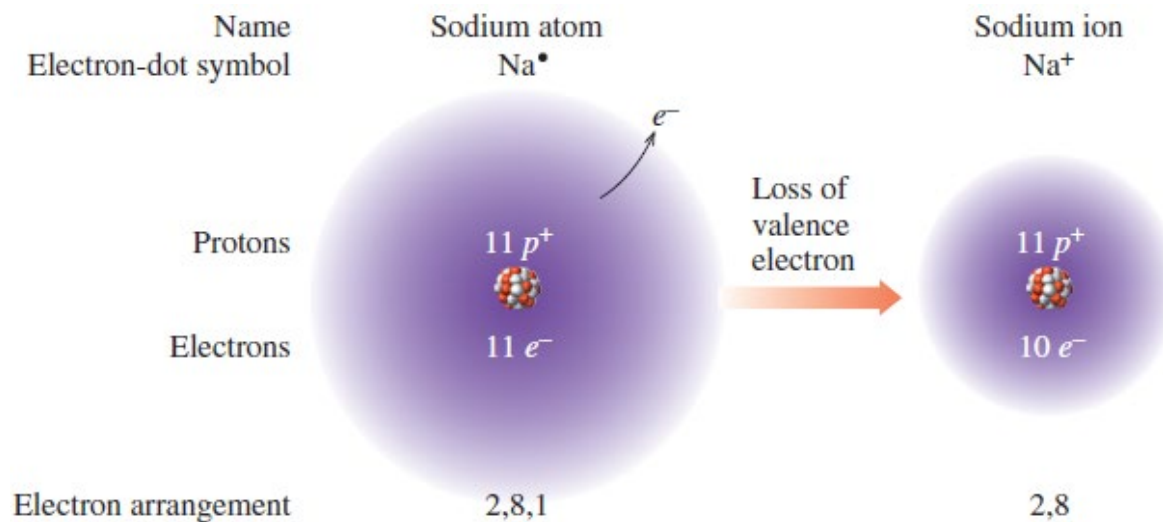
	IA (1)	
1	H 37 	IIA (2)
2	Li 152 	Be 112 
3	Na 186 	Mg 160 
4	K 227 	Ca 197 
5	Rb 248 	Sr 215 
6	Cs 265 	Ba 222 
7	Fr (270) 	Ra (220) 

IIIA (13)	IVA (14)	VA (15)	VIA (16)	VIIA (17)	VIIIA (18)
B 85 	C 77 	N 75 	O 73 	F 72 	Ne 71 
Al 143 	Si 118 	P 110 	S 103 	Cl 100 	Ar 98 
Ga 135 	Ge 122 	As 120 	Se 119 	Br 114 	Kr 112 
In 167 	Sn 140 	Sb 140 	Te 142 	I 133 	Xe 131 
Tl 170 	Pb 146 	Bi 150 	Po 168 	At (140) 	Rn (140) 



รัศมีไอออน (Ion radii)

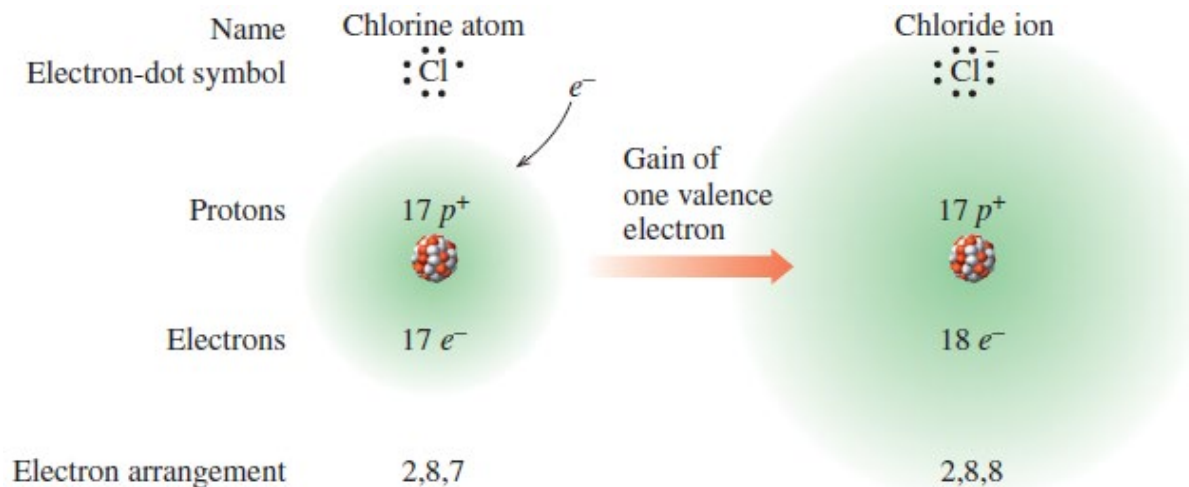
ไอออนบวก มีขนาดเล็กลง เสียอิเล็กตรอน จำนวนระดับพลังงานลดลง



Na มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน คือ [Ne]3s¹ รัศมีอะตอม 190 pm.

Na⁺ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน คือ [He]2s² 2p⁶ รัศมีไอออน 98 pm.

ไอออนลบ มีขนาดใหญ่ขึ้น รับอิเล็กตรอนใหม่ผลกับอิเล็กตรอนเดิม



Cl มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน คือ $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ รัศมีอะตอม 99 pm.

Cl^- มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน คือ $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$ รัศมีไอออน 181 pm.

แนวโน้มรัศมีไอออนในหมู่และคาบเดียวกัน

หมู่เดียวกัน รัศมีไอออน มีแนวโน้มเหมือนรัศมีอะตอม

จาก**บนลงล่าง**จะมี**ขนาดใหญ่ขึ้น**

ธาตุหมู่ IIA	เลขอะตอม	รัศมีอะตอม (pm.)	ไอออน	รัศมีไอออน (pm.)
Be	4	111	Be ²⁺	31
Mg	12	160	Mg ²⁺	65
Ca	20	197	Ca ²⁺	99
Sr	38	215	Sr ²⁺	113
Ba	56	217	Ba ²⁺	135

	IA (1)	IIA (2)
1		
2	Li ⁺ 60 	Be ²⁺ 31 
3	Na ⁺ 95 	Mg ²⁺ 65 
4	K ⁺ 133 	Ca ²⁺ 99 
5	Rb ⁺ 148 	Sr ²⁺ 113 
6	Cs ⁺ 169 	Ba ²⁺ 135 
7	Fr ⁺ 176 	Ra ²⁺ 140 

คาบเดียวกัน แนวโน้มไม่แน่นอน มีไอออนบวกและไอออนลบ

ซ้ายไปขวามีไอออนลดลง(โลหะ)และเพิ่มขึ้นอีกแล้วลดลง(อโลหะ)

	IA (1)	
1		IIA (2)
2	Li ⁺ 60 	Be ²⁺ 31 

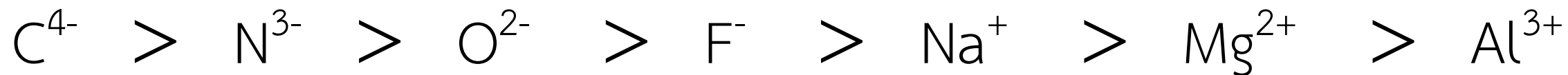
	IIIA (13)	IVA (14)	VA (15)	VIA (16)	VIIA (17)	VIIIA (18)
	B ³⁺ 20 		N ³⁻ 171 	O ²⁻ 140 	F ⁻ 136 	

ธาตุ	Na	Mg	Al	P	S	Cl
เลขอะตอม	11	12	13	15	16	17
รัศมีอะตอม (pm.)	186	160	143	110	102	99
ไอออน	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻
รัศมีไอออน (pm.)	95	65	50	212	184	181

ไอออนธาตุต่างชนิดกัน มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน เรียกว่า **isoelectronic** กัน

เลขอะตอม	6	7	8	9	10	11	12
ไอออน	C^{4-}	N^{3-}	O^{2-}	F^-	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}
จำนวนอิเล็กตรอน	10	10	10	10	10	10	10
รัศมีไอออน (pm.)	260	170	140	136	98	65	45

ไอออนมีประจุลบมากที่สุดรัศมียาวที่สุด ไอออนมีประจุบวกมากที่สุดรัศมีสั้นที่สุด



Ion		Radius (pm)	Electron Configuration		Protons
S^{2-}		184	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	Electron 18	16
Cl^-		181	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$		17
K^+		133	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$		19
Ca^{2+}		99	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$		20
Sc^{3+}		81	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$		21

แบบฝึกหัด

เรียงลำดับขนาดของไอออนต่อไปนี้จากน้อยไปมาก



พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy, IE)

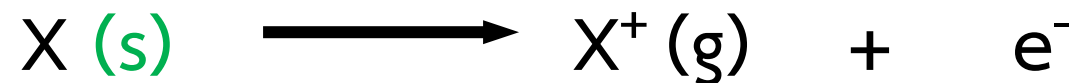
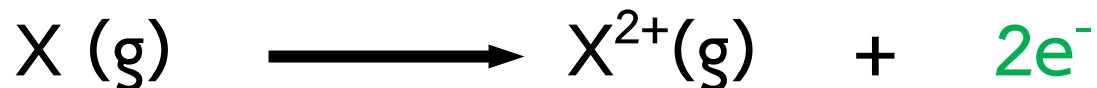
พลังงานน้อยที่สุดที่ใช้ดึงอิเล็กตรอนออกจากอะตอมหรือไอออน

ในสถานะแก๊สหลุดออกไปทีละ 1 อิเล็กตรอน $\text{Li}(1s^2 2s^1) \longrightarrow \text{Li}^+(1s^2) + e^-$



ถ้าดึงอิเล็กตรอนเกินครึ่งละ 1 อิเล็กตรอนหรือไม่อยู่ในสถานะแก๊ส

ไม่เรียกว่า พลังงานไอออไนเซชัน



ลำดับค่า IE ถ้าวัดอิเล็กตรอนตัวที่ 1 เรียกว่า IE_1 วัดอิเล็กตรอนตัวที่ 2 เรียกว่า IE_2 วัดอิเล็กตรอนตัวที่ 3 เรียกว่า IE_3

TABLE 8.3		Successive Ionization Energies of the First Ten Elements (kJ/mol)*					
Element	First	Second	Third	Fourth	Fifth	Sixth	Seventh
H	1312						
He	2372	5250					
Li	520	7298	11,815				
Be	899	1757	14,848	21,006			
B	801	2427	3660	25,025	32,826		
C	1086	2353	4620	6222	37,829	47,276	
N	1402	2857	4578	7475	9445	53,265	64,358
O	1314	3388	5300	7469	10,989	13,326	71,333
F	1681	3374	6020	8407	11,022	15,164	17,867
Ne	2081	3952	6122	9370	12,177	15,238	19,998

*Ionization energies to the right of a vertical line correspond to removal of electrons from the core of the atom.

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าพลังงานไอออไนเซชัน

ขนาดอะตอม

อะตอมขนาดเล็ก **IE สูงกว่า** อะตอมขนาดใหญ่

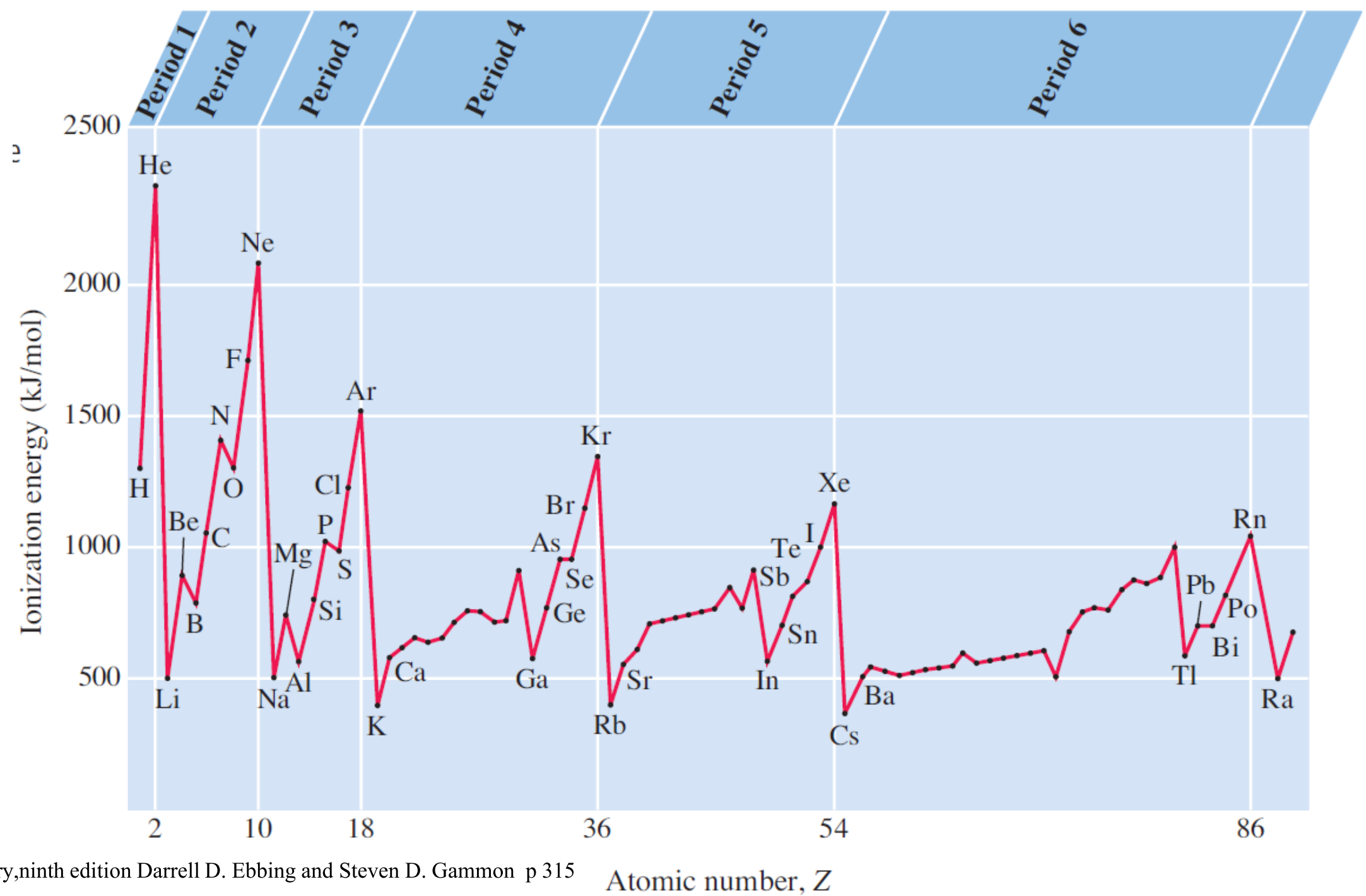
ประจุในนิวเคลียส

อะตอมมีประจุในนิวเคลียสมาก **IE มากกว่า** อะตอมที่มีประจุในนิวเคลียสน้อยกว่า

โครงสร้างอะตอมหรือไอออน

อะตอมหรือไอออนที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนครบออกเตต เช่น

Na^+ Mg^{2+} F^- Ne อยู่ในภาวะเสถียร **ค่า IE สูงมาก**



หมู่เดียวกัน

ค่า IE ลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

ธาตุ	เลขอะตอม	รัศมีอะตอม (pm.)	IE ₁ (kJ/mol)
Li	3	152	526
Na	11	186	502
K	19	227	425
Rb	37	248	409
Cs	55	265	382

เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น รัศมีอะตอมจะเพิ่มขึ้น

คาบเดียวกัน

ค่า IE_1 เพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

ธาตุ	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
เลขอะตอม	3	4	5	6	7	8	9	10
รัศมีอะตอม (pm.)	152	112	88	77	77	66	64	112
IE_1 (kJ/mol)	526	906	807	1093	1407	1314	1687	2087

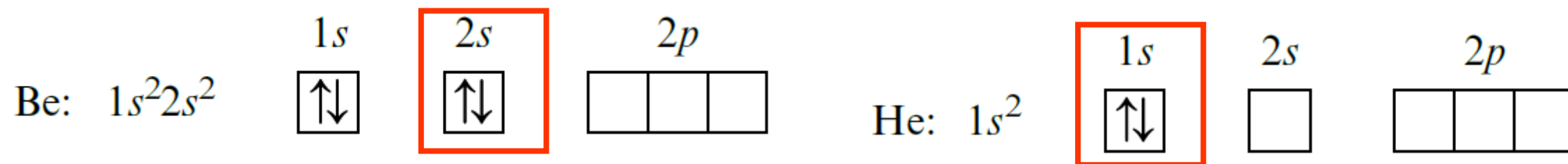
จำนวนโปรตอนมากขึ้น และรัศมีอะตอมลดลง

ปัจจัยเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอม

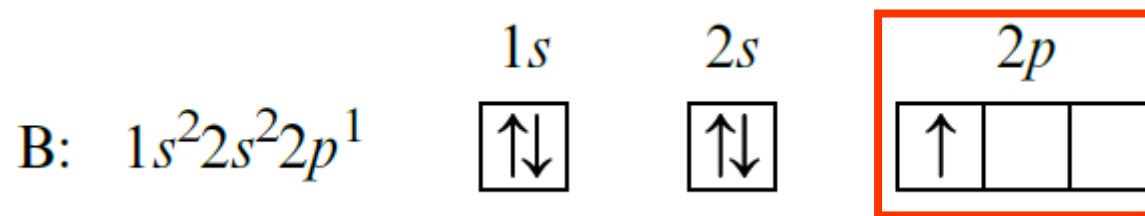
ค่า IE_1 Be มากกว่า B

Be มีรัศมีอะตอมใหญ่กว่า B

Be จัดอิเล็กตรอนวงนอก $2s^2$ คล้าย He โครงสร้างอะตอมเสถียรมาก ค่า IE_1 มีค่าสูง



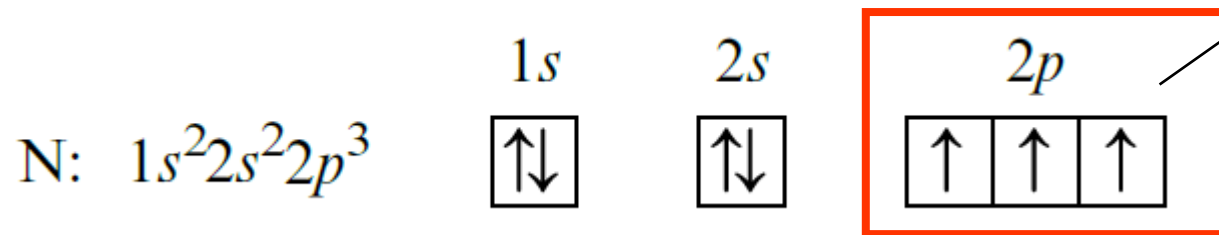
B อิเล็กตรอนวงนอก $2p^1$ ไม่ครบออกเตต ไม่เสถียรเท่า Be ค่า IE_1 น้อยกว่า



ปัจจัยเกี่ยวกับแรงผลักของอิเล็กตรอนในออร์บิทัลเดียวกัน

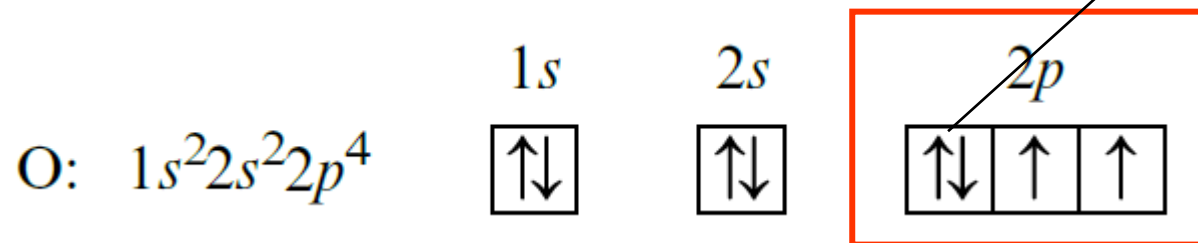
N ค่า IE_1 สูงกว่า O

p ออร์บิทัลของ N อิเล็กตรอนกระจายอยู่อย่างละ 1 อิเล็กตรอน



แรงผลักระหว่าง
อิเล็กตรอนค่อนข้างน้อย
อะตอมจึงเสถียร

p ออร์บิทัลของ O มี 1 ออร์บิทัลมี 2 อิเล็กตรอน



เกิดแรงผลักกัน
มากกว่า

อะตอมจึงเสถียรน้อยกว่า N ทำให้ค่า IE_1 น้อยกว่า

ค่าสภาพไฟฟ้าลบ (electronegativity, EN)

ความสามารถของอะตอมในการดึงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะให้เข้าใกล้นิวเคลียส

ธาตุที่มีค่าสภาพไฟฟ้าลบสูงกว่า แสดงอำนาจไฟฟ้าลบ

ธาตุที่มีค่าสภาพไฟฟ้าลบต่ำกว่า แสดงอำนาจไฟฟ้าบวก

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าสภาพไฟฟ้าลบบ

ขนาดอะตอม

อะตอมที่มีขนาดเล็ก ค่าสภาพไฟฟ้าลบบสูงกว่า อะตอมที่มีขนาดใหญ่

อะตอมที่มีขนาดเล็กดึงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะให้เข้าใกล้นิวเคลียสได้มากกว่า

ประจุในนิวเคลียส

อะตอมที่มีประจุในนิวเคลียสมากกว่า ค่าสภาพไฟฟ้าลบบสูงกว่า

สามารถดึงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะให้เข้าใกล้นิวเคลียสได้มากกว่า

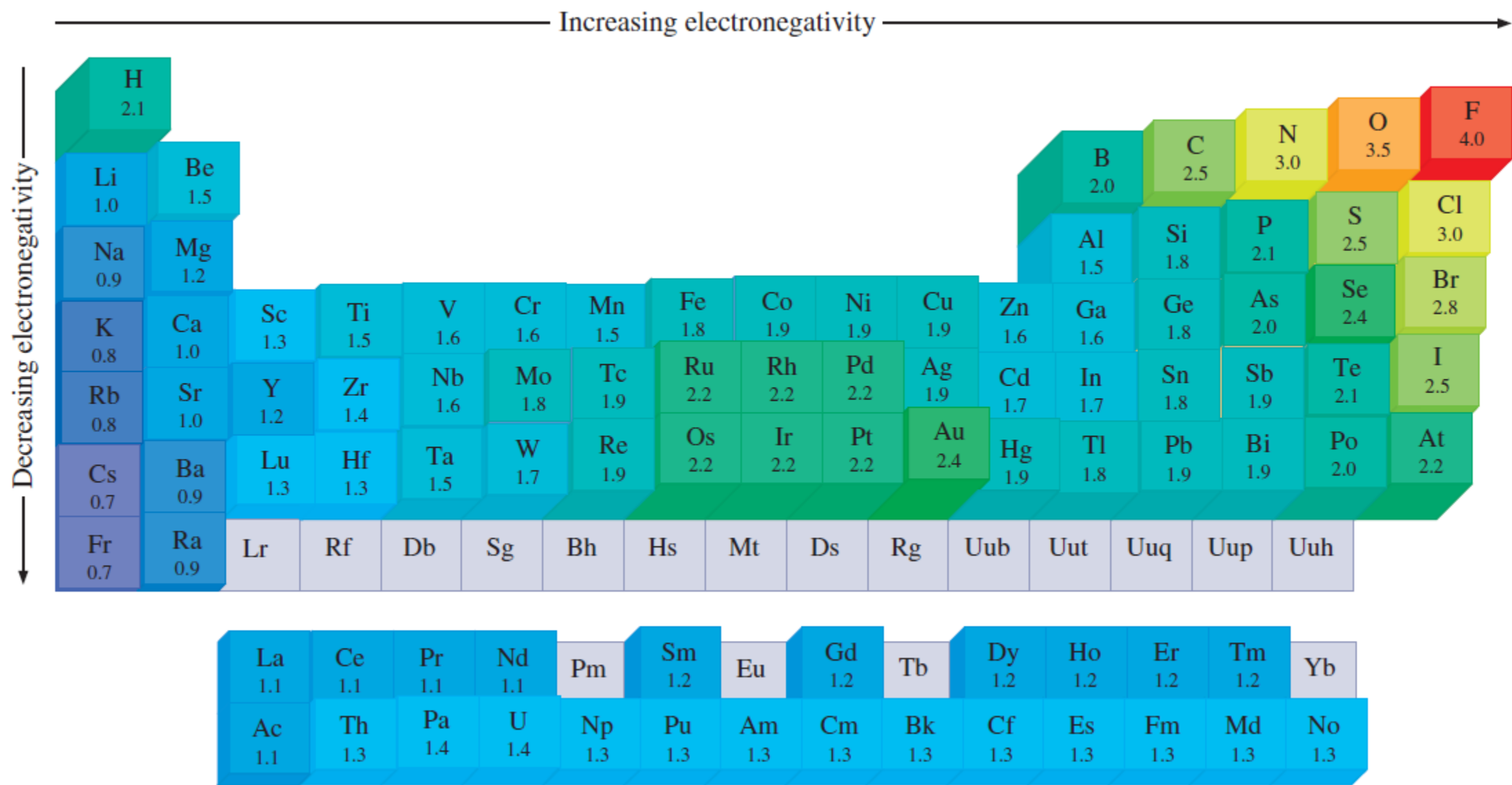
หมู่เดียวกัน

ค่าสภาพไฟฟ้าลบ มีแนวโน้มลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

คาบเดียวกัน

ค่าสภาพไฟฟ้าลบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

ธาตุเฉื่อยไม่มีค่าสภาพไฟฟ้าลบ เนื่องจากธาตุเฉื่อยเกิดสารประกอบได้ยาก



สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity, EA)

พลังงานที่คายออก เมื่ออะตอมที่เป็นกลางในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอน 1 ตัว
กลายเป็นไอออนลบในสถานะแก๊ส

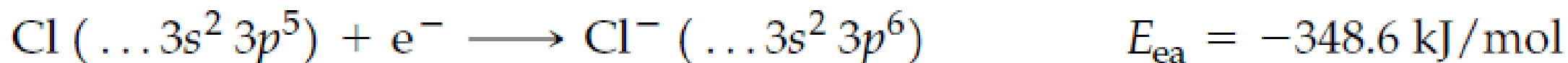


รับอิเล็กตรอน การจัดอิเล็กตรอนเหมือนแก๊สเฉื่อย มีเสถียรภาพมาก ค่า EA เป็นลบ

หมู่ VIIA (F Cl Br I และ At) ค่า EA เป็นลบ สูงกว่า EA หมู่อื่น

โคโรนแบบอเล็กตรอนวงนอก $ns^2 np^5$

รับอิเล็กตรอน 1 ตัว โคโรนแบบอเล็กตรอน เสถียรมาก คล้ายธาตุน้อย $ns^2 np^6$



F $1s^2 2s^2 2p^5$

Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

Br $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

Ne $1s^2 2s^2 2p^6$

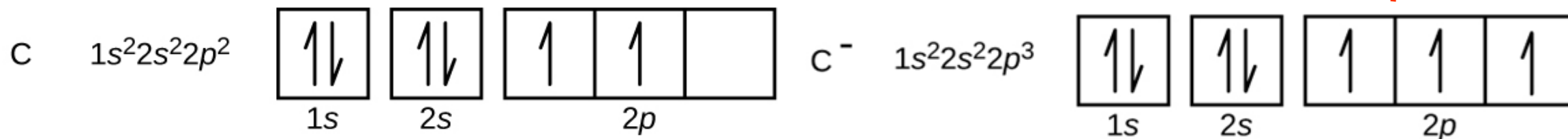
Ar $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Kr $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

หมู่ VIA (O S Se Te และ Po) EA เป็น ลบ

หมู่ IVA (C Si Ge Sn และ Pb)

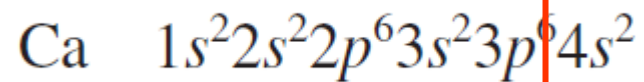
โครงสร้างอิเล็กตรอน
แบบ half filled



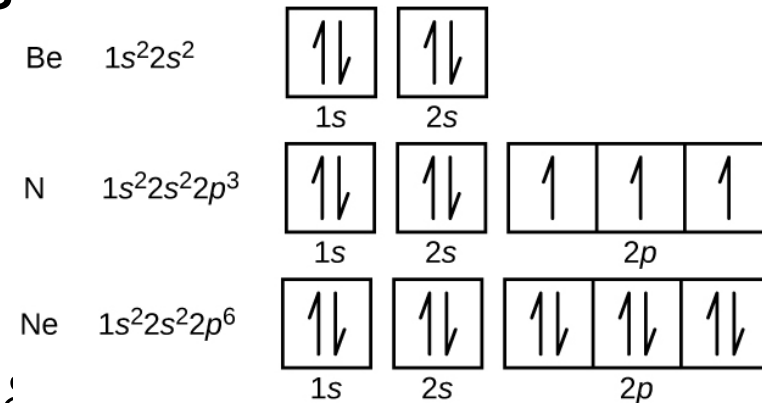
หมู่ IIIA (B Al Ga In และ Tl) และ H ค่า EA เป็น เล็กน้อย

หมู่ IIA (Be Mg Ca Sr Ba และ Ra) และแก๊สเฉื่อย

โครงสร้างอิเล็กตรอนวงนอก แบบ full filled

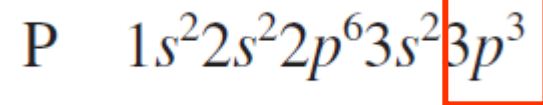


ค่า EA บวก ต้องใช้พลังงานช่วยในการรับอิเล็กตรอน

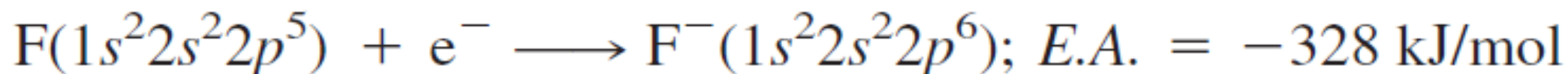
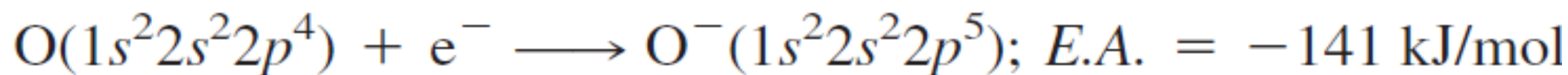
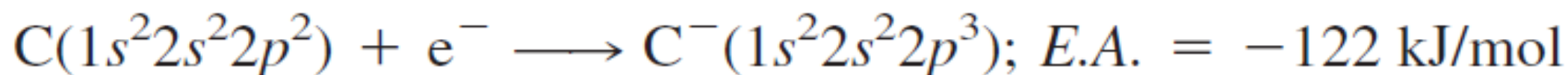
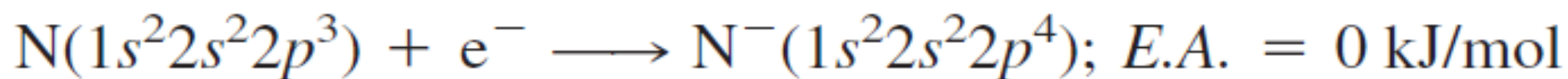
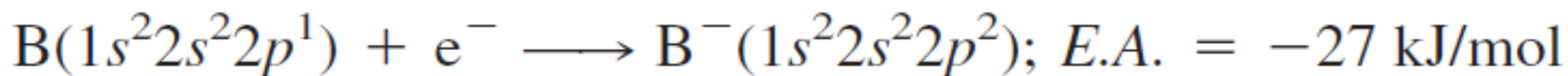
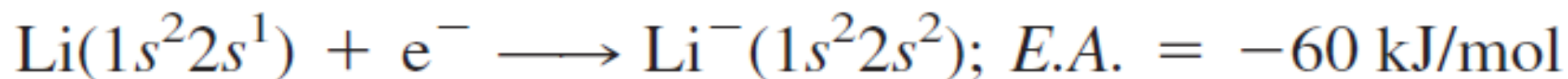


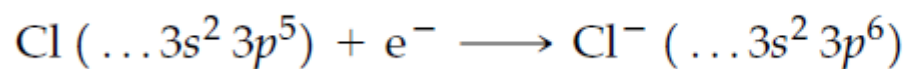
หมู่ VA (N P As Sb และ Bi)

โครงสร้างอิเล็กตรอนวงนอก $ns^2 np^3$ แบบ half filled



ค่า EA น้อยกว่า VIIA VIA IVA





$$E_{\text{ea}} = -348.6 \text{ kJ/mol}$$

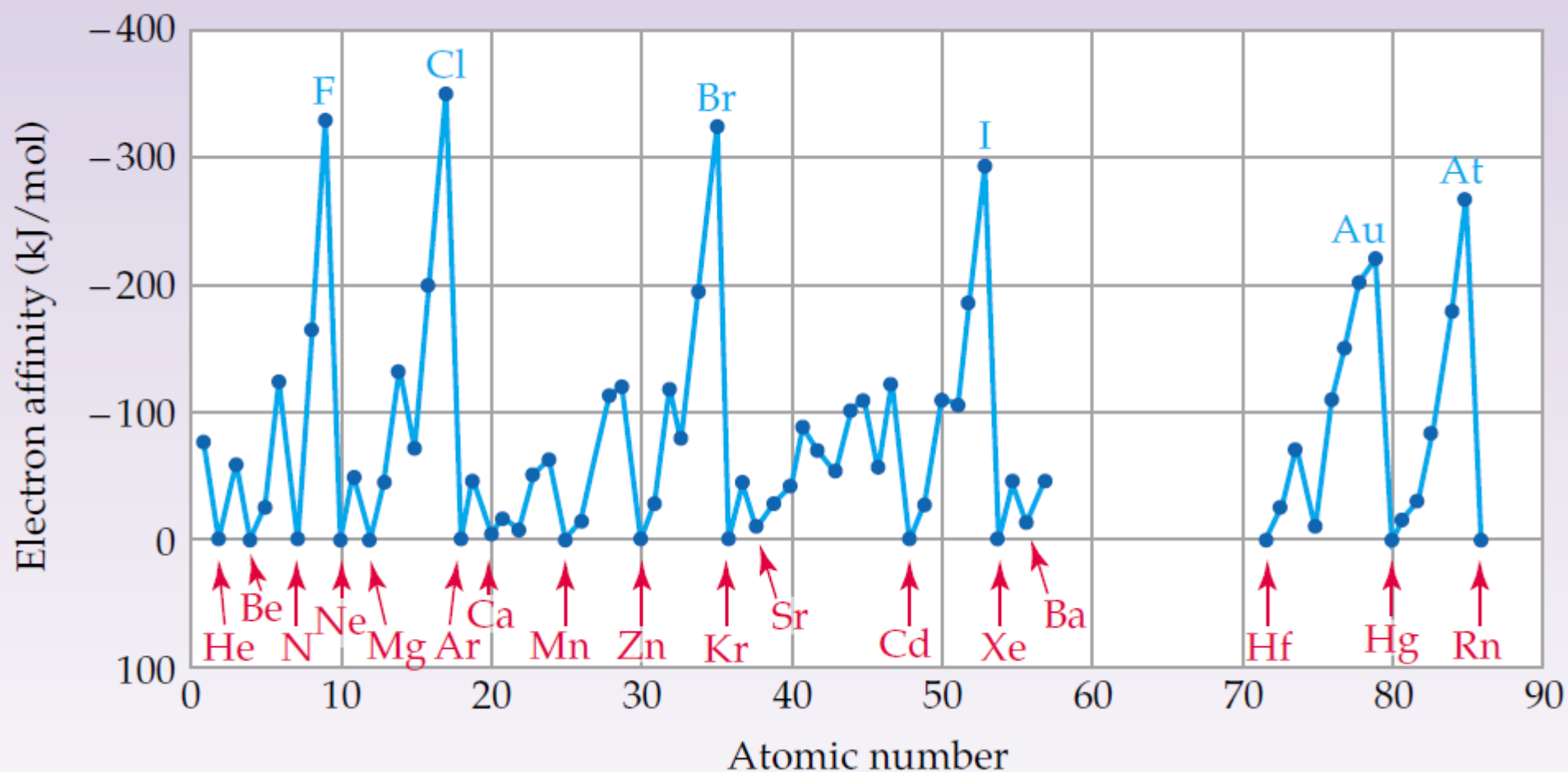
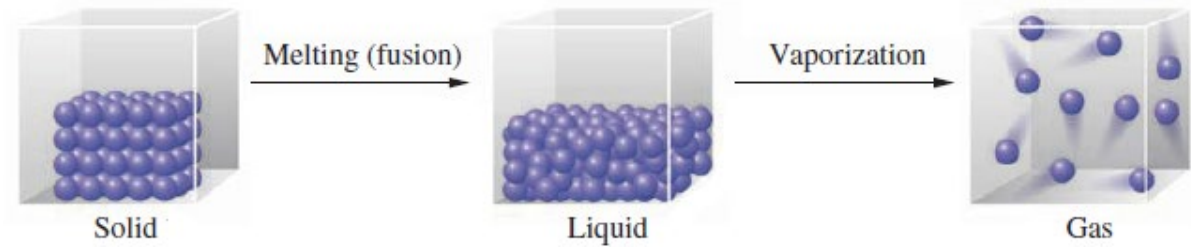


TABLE 8.4		Electron Affinities of the Main-Group Elements (kJ/mol)*				
Period	IA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1	H −73					
2	Li −60	B −27	C −122	N 0	O −141	F −328
3	Na −53	Al −44	Si −134	P −72	S −200	Cl −349
4	K −48	Ga −30	Ge −120	As −77	Se −195	Br −325
5	Rb −47	In −30	Sn −121	Sb −101	Te −190	I −295
6	Cs −45	Tl −30	Pb −110	Bi −110	Po −180	At −270

*Atoms of the alkaline earth metals (Group IIA) and the noble gases (Group VIIIA) do not form stable negative ions.

จุดหลอมเหลวและจุดเดือด

การหลอมเหลวและการกลายเป็นไอ



ใช้พลังงานความร้อนแยกโมเลกุลห่างกัน เคลื่อนที่ไปมาได้บ้างจนถึง
แยกจากกันโดยเด็ดขาดในสถานะแก๊ส

โมเลกุลเดี่ยว

ทำลายแรงแวนเดอร์วาลส์ (อ่อน) bp และmp ค่อนข้างต่ำ

โลหะหรือโครงผลึกράงตาข่าย

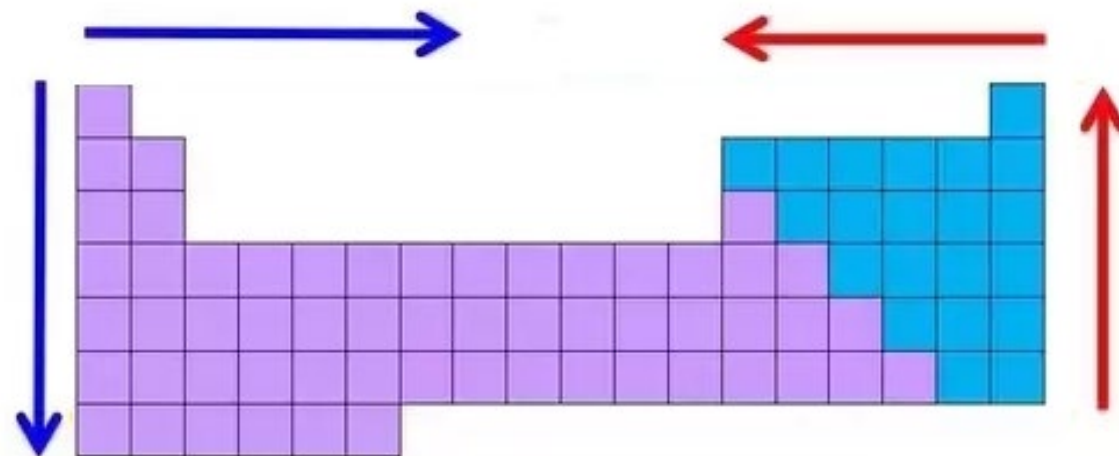
ทำลายพันธะๆ ใช้พลังงานมากกว่า

โลหะแปรผกผันกับขนาดอะตอม

โลหะ ซ้ายไปขวา bp , mp เพิ่มขึ้น บนลงล่าง bp , mp ลดลง

อโลหะ ซ้ายไปขวา bp , mp ลดลง บนลงล่าง bp , mp เพิ่มขึ้น

Periodic Trends: All Arrows point to increases



ความว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมี

เมื่อธาตุทำปฏิกิริยากับสารหนึ่ง ต้องการพลังงาน เพื่อทำลายแรงยึดเหนี่ยว
ระหว่างโมเลกุลและพันธะระหว่างอะตอม

โลหะ ใช้พลังงานเพิ่ม หรือ ดึงอิเล็กตรอน ออก

อโลหะ คายพลังงาน เมื่อรับอิเล็กตรอนเข้าไป

โลหะ

ขวาไปซ้าย ว่องไว เพิ่มขึ้น

บนลงล่าง ว่องไว เพิ่มขึ้น

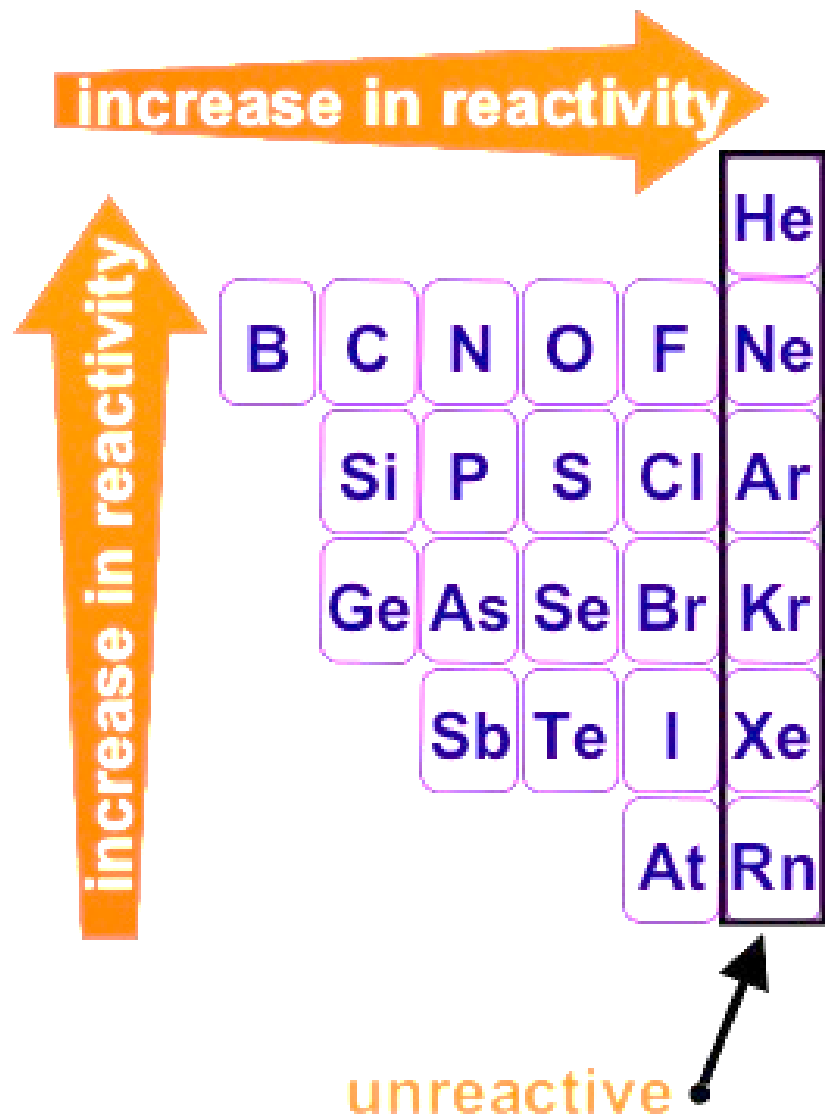
Li Be
Na Mg Al
K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga
Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn
Cs Ba La Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po
Fr Ra Ac Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg

increase in reactivity (vertical arrow pointing down)

increase in reactivity (horizontal arrow pointing left)

โลหะด้านซ้ายแรงยึดเหนี่ยวน้อย ค่า IE ต่ำ ว่องไวกว่าด้านขวา
โลหะด้านล่าง ว่องไวกว่า ด้านบน มีค่า IE ต่ำกว่า

อโลหะ



ซ้ายไปขวา ว่องไว เพิ่มขึ้น

ล่างขึ้นบน ว่องไว เพิ่มขึ้น

อโลหะด้านขวา ว่องไว กว่าค่า EN สูงกว่าด้านซ้าย

อโลหะด้านบน ว่องไว มากกว่า

ความเป็นกรด - เบสของออกไซด์

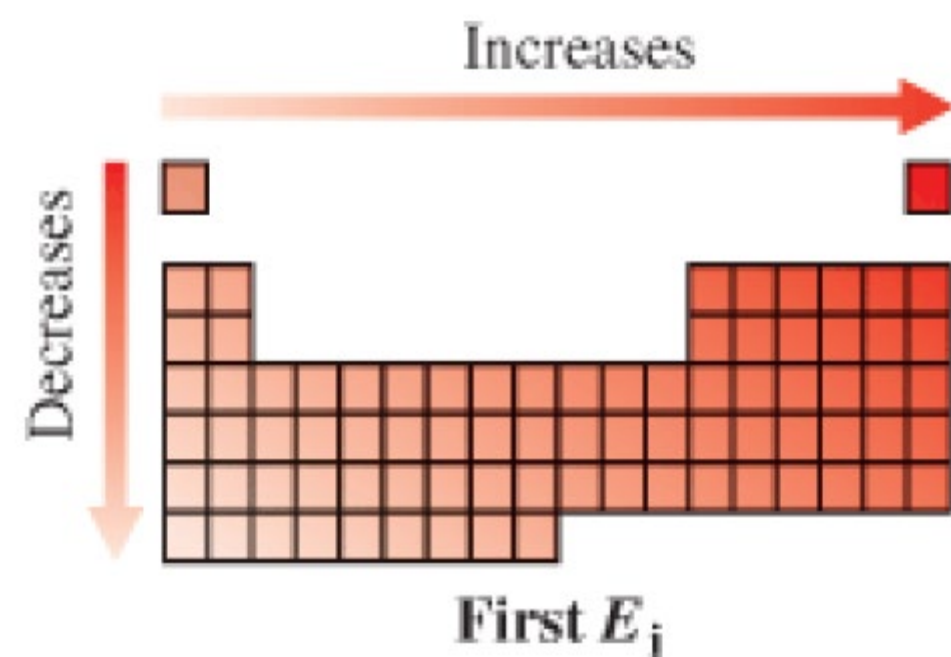
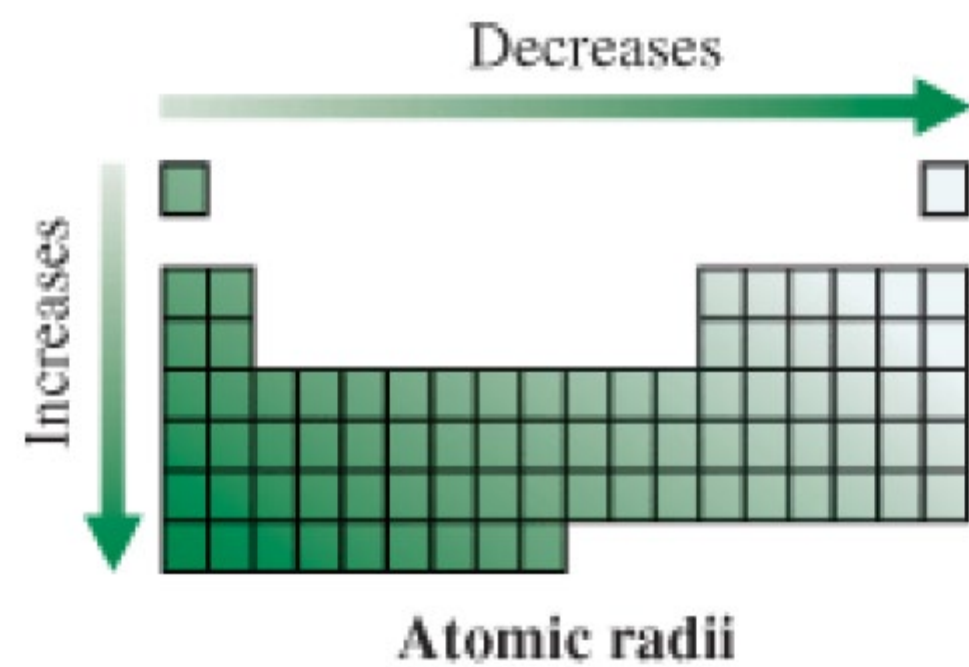
พันธะในสารประกอบออกไซด์ พันธะไอออนิกหรือพันธะโคเวเลนต์

ออกไซด์ของธาตุ ด้านซ้ายมือ เป็นสารประกอบไอออนิก

 ด้านขวามือ เป็นสารประกอบโคเวเลนต์

ซ้ายไปขวา เบสของออกไซด์ ลดลง กรดของออกไซด์ เพิ่มขึ้น

บนลงล่าง เบสของออกไซด์ เพิ่มขึ้น กรดของออกไซด์ ลดลง



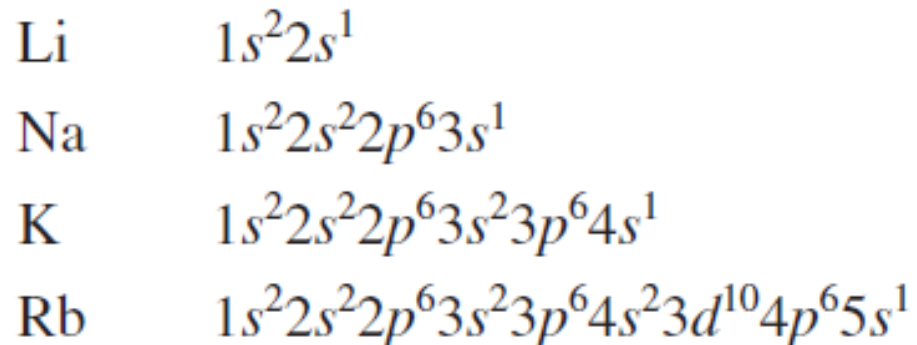
ธาตุเรพรีเซนเตทีฟ

อิเล็กตรอนตัวสุดท้ายบรรจุใน s / p ออร์บิทัล ธาตุหมู่ 1A - VIIIA

		Group																8A							
		1A											2A							3A	4A	5A	6A	7A	1s
Period	1	1s																							1s
	2	2s																			2p				
	3	3s																			3p				
	4	4s					3d											4p							
	5	5s					4d											5p							
	6	6s	La				5d											6p							
	7	7s	Ac				6d											7p							

ธาตุหมู่ IA

โลหะแอลคาไล (alkali metal) [noble gas] ns^1



Group
1A (1)

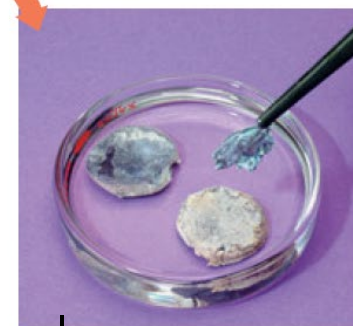
3 Li
11 Na
19 K
37 Rb
55 Cs



Lithium (Li)



Sodium (Na)



Potassium (K)

อ่อนตัดได้ง่าย นำความร้อน นำไฟฟ้าได้ดี จุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ

ค่าสภาพไฟฟ้าลบต่ำ ว่องไวในปฏิกิริยาเคมี ไม่พบในรูปอิสระในธรรมชาติ

พบในรูป สารประกอบไอออนิก ละลายน้ำได้ดี

ยกเว้น OH^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , F^- ของ Li ละลายได้น้อย

Na พบในรูป NaCl ในน้ำทะเล

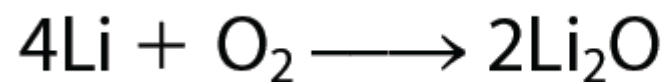
Fr เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีมีครึ่งชีวิตสั้น ธาตุที่หายาก

Na ใช้เป็นตัวถ่ายเทความร้อนในเตาปฏิกรณ์ปรมาณู

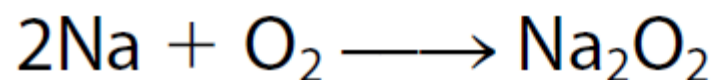
Cs คายอิเล็กตรอนได้ เมื่อถูกแสง (photoelectric effect)

ทำเซลล์โฟโต (photo cell) เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้า

Li ทำปฏิกิริยากับ O_2 โดยตรงได้สารประกอบออกไซด์



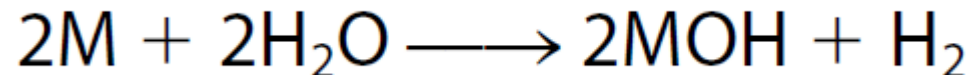
Na ทำปฏิกิริยากับ O_2 โดยตรง ได้สารประกอบเปอร์ออกไซด์



K Rb Cs ทำปฏิกิริยากับ O_2 โดยตรงเกิดเป็นสารประกอบซูเปอร์ออกไซด์



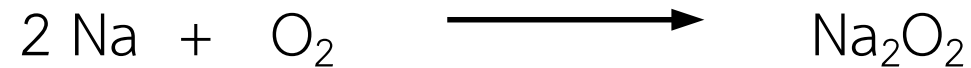
ธาตุหมู่ IA ทำปฏิกิริยากับ H_2O ที่อุณหภูมิห้อง และเกิดปฏิกิริยารุนแรง



Li ทำปฏิกิริยากับ O_2 โดยตรงได้สารประกอบออกไซด์



Na ทำปฏิกิริยากับ O_2 โดยตรง ได้สารประกอบเปอร์ออกไซด์



K Rb Cs ทำปฏิกิริยากับ O_2 โดยตรงเกิดเป็นสารประกอบซูเปอร์ออกไซด์



ธาตุหมู่ IA ทำปฏิกิริยากับ H_2O ที่อุณหภูมิห้อง และเกิดปฏิกิริยารุนแรง



ธาตุหมู่ IIA

โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline Earth) [noble gas] ns^2

Be $1s^2 2s^2$

Mg $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Ca $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Sr $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$

ว่องไวในปฏิกิริยารองจากหมู่ IA

สารประกอบของหมู่ IIA

ละลายได้ดี Cl^- และ NO_3^- ของหมู่ IIA

ไม่ละลาย CO_3^{2-} , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} ยกเว้น $MgSO_4$

2A

Be

Mg

Ca

Sr

Ba

Ra

ไม่พบเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ พบในรูป CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- ในแร่ต่าง ๆ

Be	หายากที่สุด	แร่เบริล $[(\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6]$
Mg	อันดับสองรองจาก Ca	แร่คาร์نالไลต์ $(\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$
Ca	พบมากที่สุด ในรูป CO_3^{2-}	หินอ่อน หินปูน เปลือกหอย ปะการัง
Sr, Ba	ค่อนข้างหายาก	
Ra	มีอยู่น้อยยิ่ง	ธาตุกัมมันตรังสี

ไม่พบเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ พบในรูป CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- ในแร่ต่าง ๆ

Be หายากที่สุดพบในธรรมชาติในรูปแร่เบริล $[(\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6]$

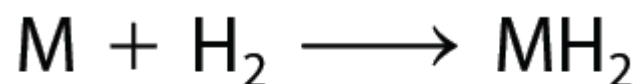
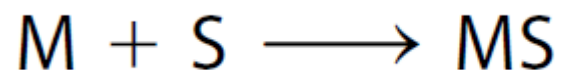
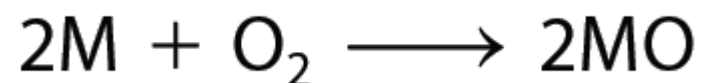
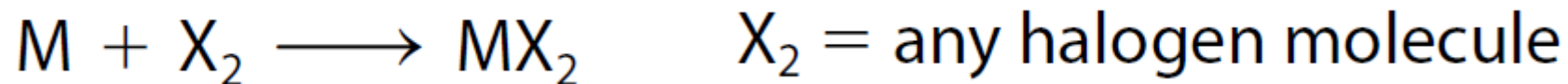
Mg พบอันดับสองรองจาก Ca ในรูปแร่คาร์نالไลต์ $(\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$

Ca พบมากที่สุด ในรูป CO_3^{2-} (หินอ่อน หินปูน เปลือกหอย ปะการัง)

Sr Ba ค่อนข้างหายาก

Ra มีอยู่น้อยยิ่ง เป็นธาตุกัมมันตรังสี

ปฏิกิริยาของธาตุหมู่ IIA เมื่อเกิดสารประกอบ



M = Ca, Sr, or Ba; high temperatures;
Mg at high pressure

ธาตุหมู่ IIIA

[noble gas] $ns^2 np^1$

3A

B

Al

Ga

In

Tl

Al มากที่สุดบนพื้นโลก ซิลิเกต ($KAlSi_3O_8$) แร่บอกไซต์ ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$)

B

เกิดรวมกับโบแรกซ์ ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)

Ga In Tl

มีอยู่น้อยในธรรมชาติ

เกลือ SO_4^{2-} , NO_3^- , X^- ละลายน้ำได้ดี แต่ OH^- , ไม่ละลาย
 O^{2-} , OH^- ของ Al และ Ga มีสมบัติเป็นแอมโฟเทอริก

ธาตุหมู่ IVA

[noble gas] $ns^2 np^2$

C อโลหะ, Si Ge กึ่งโลหะ, Sn Pb โลหะ

C มีเลขออกซิเดชัน +2 กับ +4 Si จะมีค่าเป็น +4

C เกิดสารประกอบซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) เรียก **คาร์ไบด์** ความแข็งเกือบเท่าเพชร

Si มีมากเป็นอันดับ 2 รองจากออกซิเจนพบในรูปออกไซด์ และ ซิลิเกต

Pb ในรูปแร่กาลีนา (PbS) เผาเป็นออกไซด์ รีดิวซ์ด้วย C ได้ โลหะ Pb ใช้ในการทำแบตเตอรี่

4A

C

Si

Ge

Sn

Pb

C เกิดสารประกอบกับธาตุที่มีค่าสภาพไฟฟ้าลบใกล้เคียงกัน เช่น

ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) เรียกว่า **คาร์โบรันดัม** มีความแข็งเกือบเท่าเพชร

Si มีมากเป็นอันดับ 2 รองจากออกซิเจนพบในรูปออกไซด์ และ ซิลิเกต

Si และ Ge ที่บริสุทธิ์มาก ๆ ใช้ผลิตทรานซิสเตอร์

Sn ธรรมชาติพบในรูปแร่แคสซิเตอร์ไรต์ (SnO_2) รีดิวส์ด้วย C ได้โลหะ Sn

Pb พบในรูปแร่กาลีนา (PbS) เมื่อเผาให้เป็นออกไซด์ รีดิวซ์ด้วย C

ได้โลหะ ตะกั่ว ใช้ในการทำแบตเตอรี่

ธาตุหมู่ VA

[noble gas] $ns^2 np^3$

Bi N P โลหะ , As Sb กึ่งโลหะ, Bi โลหะ

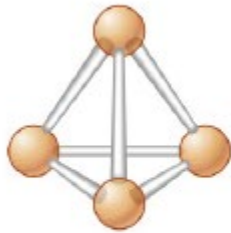
As Sb Bi มีในธรรมชาติ อยู่ในรูปออกไซด์และซัลไฟด์

ออกไซด์ของ As และ Sb เป็นแอมโฟเทอริกออกไซด์

ออกไซด์ของ Bi เป็นเบส

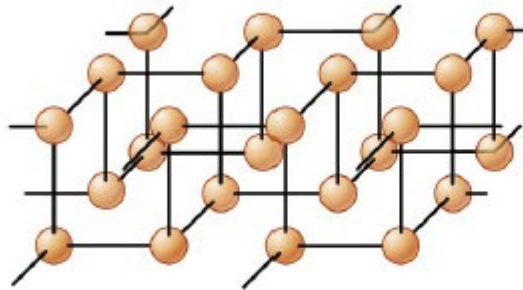
P พบในแร่อะพาไทต์ ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) มี 3 รูป

ฟอสฟอรัสขาว



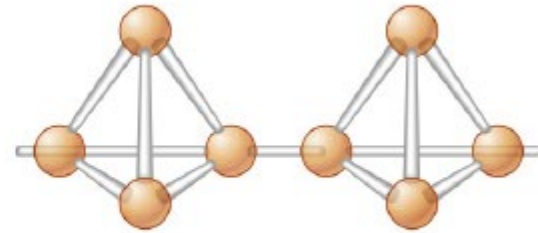
a

ฟอสฟอรัสดำ



b

ฟอสฟอรัสแดง



c

ฟอสฟอรัสขาวว่องไวในปฏิกิริยาที่สุด ฟอสฟอรัสดำเสถียรที่สุด

ธาตุหมู่ VIA

[noble gas] $ns^2 np^4$

○ มีมากที่สุดในธรรมชาติ เกิดสารประกอบกับธาตุอื่นได้เกือบทั้งหมด

มีเลขออกซิเดชัน - 2 (Li_2O)

สารประกอบเปอร์ออกไซด์ (Na_2O_2) - 1

ซูเปอร์ออกไซด์ (K_2O) -1/2

เกิดสารประกอบกับ F (OF_2) + 2

6A

O

S

Se

Te

Po

S ในธรรมชาติอาจเป็นธาตุอิสระ แก๊ส SO_2 และ H_2S

ในรูปสารประกอบ แร่ซัลไฟด์ เช่น แร่ไพไรต์ (FeS_2) แร่กาลีนา (PbS)

แร่ซัลเฟต เช่น ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

ออกไซด์ของซัลเฟอร์ที่สำคัญที่สุด คือ SO_2 และ SO_3

SO_3 ละลายใน H_2SO_4 ได้ pyrosulfuric acid ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$) ทำให้เจือจาง

ด้วยน้ำเป็นกรดซัลฟิวริก

Se นำไฟฟ้าได้น้อยมากในที่มืด เมื่อได้รับแสงนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น ใช้ทำเซลล์โฟโต

Te ใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ที่ไวต่อแสงเช่นเดียวกับ Se

ธาตุหมู่ VIIA

ธาตุเฮโลเจน [noble gas] $ns^2 np^5$

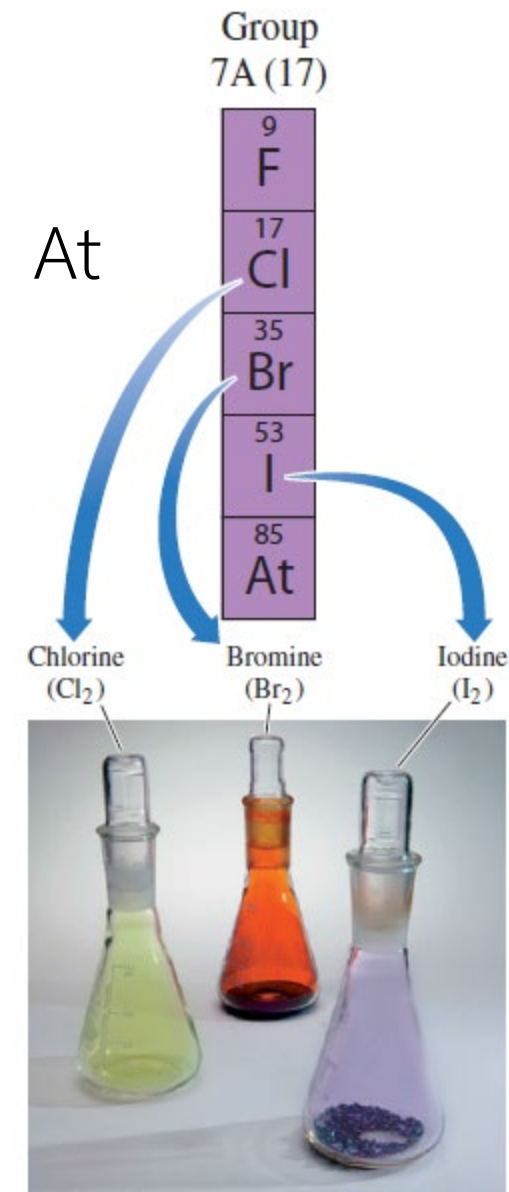
F Cl Br I At

F $1s^2 2s^2 2p^5$ ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา
Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
Br $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

ธรรมชาติอยู่ในรูปสารประกอบ (ยกเว้น At)

แร่ฟลูออสปาร์ (CaF_2) แร่ฟลูออโรสพาไทต์ [$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$]

แร่โครโอไลต์ (Na_3AlF_6) แร่คาร์نالไลต์ ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)



ในหนึ่งโมเลกุลของธาตุเฮโลเจนจะมีสองอะตอม (diatomic molecule)

F_2

Cl_2

Br_2

I_2

At_2



เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรง ความแรงลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

F สภาพไฟฟ้าลบสูงสุด เลขออกซิเดชัน - 1 เท่านั้น

Cl, Br, I เลขออกซิเดชันเป็นทั้ง บวก และ ลบ

At ไม่พบว่ามีในธรรมชาติ เป็นธาตุกัมมันตรังสีทุกไอโซโทป

^{210}At ไอโซโทปที่เสถียร มีครึ่งชีวิต 8.3 ชั่วโมง

ธาตุหมู่ VIIIA

แก๊สเฉื่อย แก๊สมีตระกูล แก๊สหายาก หรือ ธาตุหมู่ 0 $ns^2 np^6$

พบน้อยมากในอากาศ

Rn เป็นธาตุกัมมันตรังสี หายาก

ทุกธาตุ ยกเว้น Rn ได้จากการกลั่นลำดับส่วนอากาศเหลว

He พบในแก๊สธรรมชาติประมาณ 10% โดยปริมาตร

8A

He

Ne

Ar

Kr

Xe

Rn

แก๊สเฉื่อย 1 โมเลกุลมี 1 อะตอม (monoatomic molecule) ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น

ละลายน้ำได้เล็กน้อย

ใช้ในการเชื่อมหรือตัดโลหะ บรรจุในหลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้มีอายุยืนนาน

He และ Ar ราคาถูกที่สุด

แก๊สผสม He 80% กับ O_2 20% ใช้สำหรับหายใจของนักประดาน้ำ

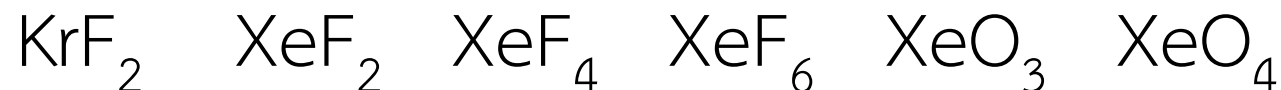
He ละลายได้น้อยมากในเลือดแม้ที่ความดันสูง

ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณาให้แสงสีต่าง ๆ เช่น

He ให้แสงสีชมพู Ne ให้แสงสีส้มแดง Ar ให้แสงสีม่วงน้ำเงิน

He เป็นสารหล่อเย็นเพื่อศึกษาสมบัติของสารที่อุณหภูมิต่ำ

คริปตอน และซีนอน เกิดสารประกอบได้



เปรียบเทียบขนาดอะตอมหรือไอออนแต่ละคู่ต่อไปนี้ว่าอะตอมหรือไอออนใดใหญ่กว่ากัน

Na กับ Mg

Na กับ K

F กับ Cl

Li^+ กับ Be^{2+}

Mg^{2+} กับ Al^{3+}

S^{2-} กับ Cl^-

