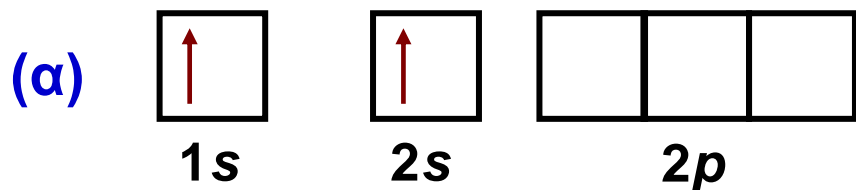
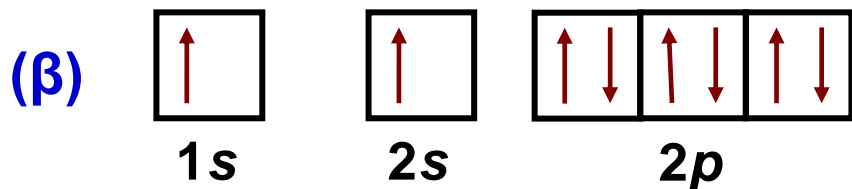


# Άσκηση 8.1

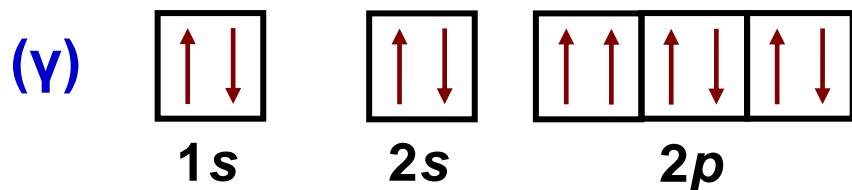
Κοιτάξτε τα παρακάτω διαγράμματα τροχιακών και τις ηλεκτρονικές δομές. Ποια από αυτά είναι επιτρεπτά και ποια όχι, σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli; Εξηγήστε.



Επιτρεπτό διάγραμμα τροχιακών το (α)



Επιτρεπτό διάγραμμα τροχιακών το (β)



Μη επιτρεπτό διάγραμμα τροχιακών το (γ).  
Σε 2p τροχιακό υπάρχουν δυο ηλεκτρόνια με το ίδιο spin



Επιτρεπτή ηλεκτρονική δομή η (δ)



Μη επιτρεπτή ηλεκτρονική δομή η (ε) Σε 2s τροχιακό χωρούν το πολύ 2 ηλεκτρόνια.



Μη επιτρεπτή ηλεκτρονική δομή η (στ). Σε 2p τροχιακό χωρούν το πολύ 6 ηλεκτρόνια.

# Άσκηση 8.4α

(α) Ποια από τα παρακάτω άτομα ή ιόντα είναι παραμαγνητικά και ποια διαμαγνητικά;



(β) Υπολογίστε την μαγνητική ροπή λόγω spin ( $\mu_s$ ) όσων είναι παραμαγνητικά σε μαγνητόνες του Bohr ( $1 \text{ BM} = eh / 4 \pi mc$ ).

**ΛΥΣΗ (α) + (β)** [Από τη σχέση:  $\mu_s = 2,00\sqrt{S(S+1)} = \sqrt{n(n+2)}$

Όπου  $n$  = αριθμός των ασύζευκτων e και

$S$  = απόλυτη τιμή του ολικού spin των ασύζευκτων e]

ΑΤΟΜΟ ή ΙΟΝ	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ	ΑΣΥΖΕΥΚΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ	ΠΑΡΑΜΑΓΝΗΤΙΚΟ	$\mu_s$ (BM)
${}_{30}\text{Zn}$	$[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$	0	ΟΧΙ	0
${}_{17}\text{Cl}$	$[\text{Ne}]3s^23p^5$	1	ΝΑΙ	1,73
${}_{55}\text{Cs}^+$	$[\text{Xe}]$	0	ΟΧΙ	0
${}_8\text{O}^{2-}$	$[\text{Ne}]$	0	ΟΧΙ	0
${}_{13}\text{Al}$	$[\text{Ne}]3s^23p^1$	1	ΝΑΙ	1,73

# Mendeleev, ο πατέρας του σύγχρονου ΠΠ



Dmitri Ivanovich Mendeleev  
Ρώσος Χημικός, (1834-1907)

Ποια ήταν η βάση του ΠΠ των L. Meyer και D. Mendeleev (1869);

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των στοιχείων μεταβάλλονται περιοδικά με την **ατομική τους μάζα** (νόμος της περιοδικότητας).

Ποια ήταν τα δύο «μυστικά» της επιτυχίας του ΠΠ του Mendeleev;

- Οι **εξαιρέσεις** για τα στοιχεία I(126,9 amu) – Te(127,6 amu) K – Ar και Ni – Co (αναστροφές) και
- τα **κενά** που άφησε για τα τότε άγνωστα στοιχεία.

# Ο περιοδικός πίνακας του Mendeleev (1872)

Reihen	Gruppe I. -- R <sup>2</sup> O	Gruppe II. -- RO	Gruppe III. -- R <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Gruppe IV. RH <sup>4</sup> RO <sup>2</sup>	Gruppe V. RH <sup>3</sup> R <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	Gruppe VI. RH <sup>2</sup> RO <sup>3</sup>	Gruppe VII. RH R <sup>2</sup> O <sup>7</sup>	Gruppe VIII. -- RO <sup>4</sup>
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	Fe=56, Co=59
4	K=39	Ca=40	... =44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	.... =68	.... =72	As=75	Se=78	Br=80	Ru=104, Rh=104
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	-- =100	Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	<u>Te=128</u>	<u>J=127</u>	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	--	--	--	-- -- -- --
9	(--)	--	--	--	--	--	--	
10	(--)	--	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	--	Os=195, Ir=197
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	--	--	Pt=198, Au=199
12	--	--	--	Th=231	--	U=240	--	-- -- -- --

# Η προγνωστική δύναμη του περιοδικού πίνακα του Mendeleev

*Eka* = πρώτο

P.-E. Lecoq de Boisbaudran  
(1874)

## Ιδιότητα

Ατομικό βάρος

Τύπος οξειδίου

Πυκνότητα του στοιχείου

Σημείο τήξεως του στοιχείου

Σημείο ζέσεως του στοιχείου

Πρόβλεψη  
για το eka-αργίλιο

68 amu

$\text{Ea}_2\text{O}_3$

5,9 g/cm<sup>3</sup>

χαμηλό

υψηλό

Για το γάλλιο  
βρέθηκε

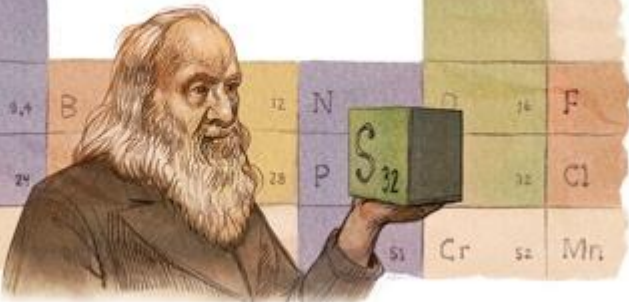
69,7 amu

$\text{Ga}_2\text{O}_3$

5,91 g/cm<sup>3</sup>

30,1°C

1983°C



	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	H 1						
2	Li 7	Be 9,4	B	12	N	16	F
3	Na 23	Mg 24		28	P	32	Cl
4	K 39	Ca		51	Cr	52	Mn

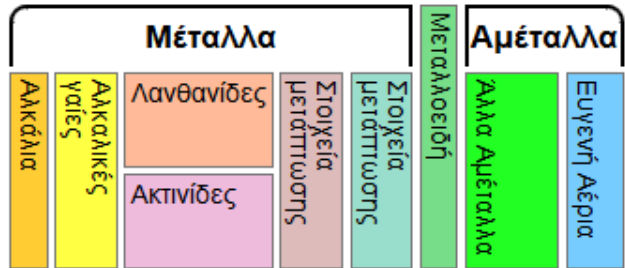
eka-βόριο = σκάνδιο (1879)  
eka-πυρίτιο = γερμάνιο (1886)

☑ Αναγνωρίστηκε, έτσι, η οργανωτική και προγνωστική ικανότητα του ΠΠ

# Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
														Πnictogens	Chalcogens	Αλογόνα	
1 <b>H</b> Υδρογόνο 1,008	Atomic Sym Όνομα Βάρος																2 <b>He</b> Ήλιο 4,0026
3 <b>Li</b> Λίθιο 6,94	4 <b>Be</b> Βηρύλλιο 9,0122																
11 <b>Na</b> Νάτριο 22,990	12 <b>Mg</b> Μαγνήσιο 24,305																
19 <b>K</b> Κάλιο 39,098	20 <b>Ca</b> Ασβέστιο 40,078	21 <b>Sc</b> Σκάνδιο 44,956	22 <b>Ti</b> Τίτανο 47,867	23 <b>V</b> Βανάδιο 50,942	24 <b>Cr</b> Χρώμιο 51,996	25 <b>Mn</b> Μαγγάνιο 54,938	26 <b>Fe</b> Σίδηρος 55,845	27 <b>Co</b> Κοβάλτο 58,933	28 <b>Ni</b> Νικέλιο 58,693	29 <b>Cu</b> Χαλκός 63,546	30 <b>Zn</b> Ψευδάργυρος 65,38	31 <b>Ga</b> Γάλλιο 69,723	32 <b>Ge</b> Γερμάνιο 72,630	33 <b>As</b> Αρσενικό 74,922	34 <b>Se</b> Σελήνιο 78,971	35 <b>Br</b> Βρώμιο 79,904	36 <b>Kr</b> Κρυπτό 83,798
37 <b>Rb</b> Ρουβίδιο 85,468	38 <b>Sr</b> Στρόντιο 87,62	39 <b>Y</b> Ύτριο 88,906	40 <b>Zr</b> Ζιρκόνιο 91,224	41 <b>Nb</b> Νιόβιο 92,906	42 <b>Mo</b> Μολυβδαίνιο 95,95	43 <b>Tc</b> Τεχνήτιο (98)	44 <b>Ru</b> Ρουθίνιο 101,07	45 <b>Rh</b> Ρόδιο 102,91	46 <b>Pd</b> Παλλάδιο 106,42	47 <b>Ag</b> Αργυρός 107,87	48 <b>Cd</b> Κάδμιο 112,41	49 <b>In</b> Ίνδιο 114,82	50 <b>Sn</b> Κασσίτερος 118,71	51 <b>Sb</b> Αντιμόνιο 121,76	52 <b>Te</b> Τελλούριο 127,60	53 <b>I</b> Ιώδιο 126,90	54 <b>Xe</b> Ξένο 131,29
55 <b>Cs</b> Καίσιο 132,91	56 <b>Ba</b> Βάριο 137,33	57-71	72 <b>Hf</b> Ώφνιο 178,49	73 <b>Ta</b> Ταντάλιο 180,95	74 <b>W</b> Βολφράμιο 183,84	75 <b>Re</b> Ρήνιο 186,21	76 <b>Os</b> Όσμιο 190,23	77 <b>Ir</b> Ιρίδιο 192,22	78 <b>Pt</b> Λευκόχρυσος 195,08	79 <b>Au</b> Χρυσός 196,97	80 <b>Hg</b> Υδράργυρος 200,59	81 <b>Tl</b> Θάλλιο 204,38	82 <b>Pb</b> Μόλυβδος 207,2	83 <b>Bi</b> Βισμούθιο 208,98	84 <b>Po</b> Πολώνιο (209)	85 <b>At</b> Άστατο (210)	86 <b>Rn</b> Ραδόνιο (222)
87 <b>Fr</b> Φράνκιο (223)	88 <b>Ra</b> Ράδιο (226)	89-103	104 <b>Rf</b> Ροδεφωρόνιο (267)	105 <b>Db</b> Ντούμπνιο (268)	106 <b>Sg</b> Σμπόργκιο (269)	107 <b>Bh</b> Μπτόριο (270)	108 <b>Hs</b> Χάσιο (277)	109 <b>Mt</b> Μαϊτνέριο (278)	110 <b>Ds</b> Νταρμστάντιο (281)	111 <b>Rg</b> Ρενγκένιο (282)	112 <b>Cn</b> Κοπερνίκιο (285)	113 <b>Nh</b> Νιχολνιούμ (286)	114 <b>Fl</b> Φλερόβιο (289)	115 <b>Mc</b> Μοσκόβιουμ (290)	116 <b>Lv</b> Λιβερμόριο (293)	117 <b>Ts</b> Τενεσσίνιο (294)	118 <b>Og</b> Ουανέσσον (294)

- C** Στερεά
- Hg** Υγρά
- H** Αέρια
- Rf** Αγνωστα



Για στοιχεία που δεν έχουν σταθερά ισότοπα, ο μαζικός αριθμός του ισότοπου με το μεγαλύτερο χρόνο υποδιπλασιασμού βρίσκεται σε παρενθέσεις.

Περιοδικός Πίνακας Πνευματικά δικαιώματα σχεδιασμού και διεπαφής © 1997 Michael Dayah. Ptable.com Τελευταία ενημέρωση 16 Ιουν 2017

57 <b>La</b> Λανθάνιο 138,91	58 <b>Ce</b> Διμήτριο 140,12	59 <b>Pr</b> Πρασινόμι 140,91	60 <b>Nd</b> Νεοδύμιο 144,24	61 <b>Pm</b> Προμήθειο (145)	62 <b>Sm</b> Σαμάριο 150,36	63 <b>Eu</b> Ευρώτιο 151,96	64 <b>Gd</b> Γαδολίνιο 157,25	65 <b>Tb</b> Τέρβιο 158,93	66 <b>Dy</b> Διυπρόσιο 162,50	67 <b>Ho</b> Όλμιο 164,93	68 <b>Er</b> Έρβιο 167,26	69 <b>Tm</b> Θούλιο 168,93	70 <b>Yb</b> Υπέρβιο 173,05	71 <b>Lu</b> Λουτήτιο 174,97
89 <b>Ac</b> Ακτινίο (227)	90 <b>Th</b> Θόριο 232,04	91 <b>Pa</b> Πρωακτινίο 231,04	92 <b>U</b> Ουράνιο 238,03	93 <b>Np</b> Ποσαδόνιο (237)	94 <b>Pu</b> Πλουτώνιο (244)	95 <b>Am</b> Αμερίκιο (243)	96 <b>Cm</b> Κιούριο (247)	97 <b>Bk</b> Μπκερέλιο (247)	98 <b>Cf</b> Καλιφόρνιο (251)	99 <b>Es</b> Αϊνστάινιο (252)	100 <b>Fm</b> Φέρμιο (257)	101 <b>Md</b> Μεντλέβιο (258)	102 <b>No</b> Νουμπέλιο (259)	103 <b>Lr</b> Λωρένσιο (266)

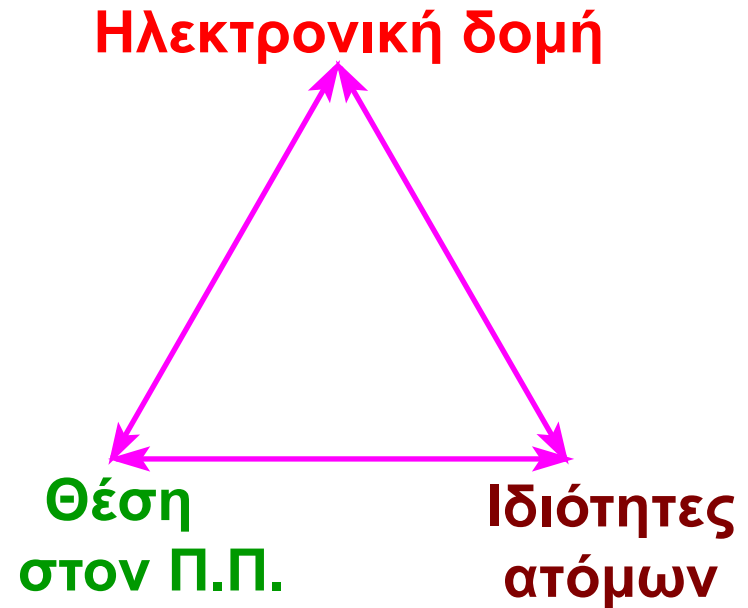
# Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας

Η κατάταξη των στοιχείων στο Περιοδικό Σύστημα έγινε με βάση τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες.

Η περιοδική κατάταξη των στοιχείων σχετίζεται άμεσα με την ηλεκτρονική τους δομή.

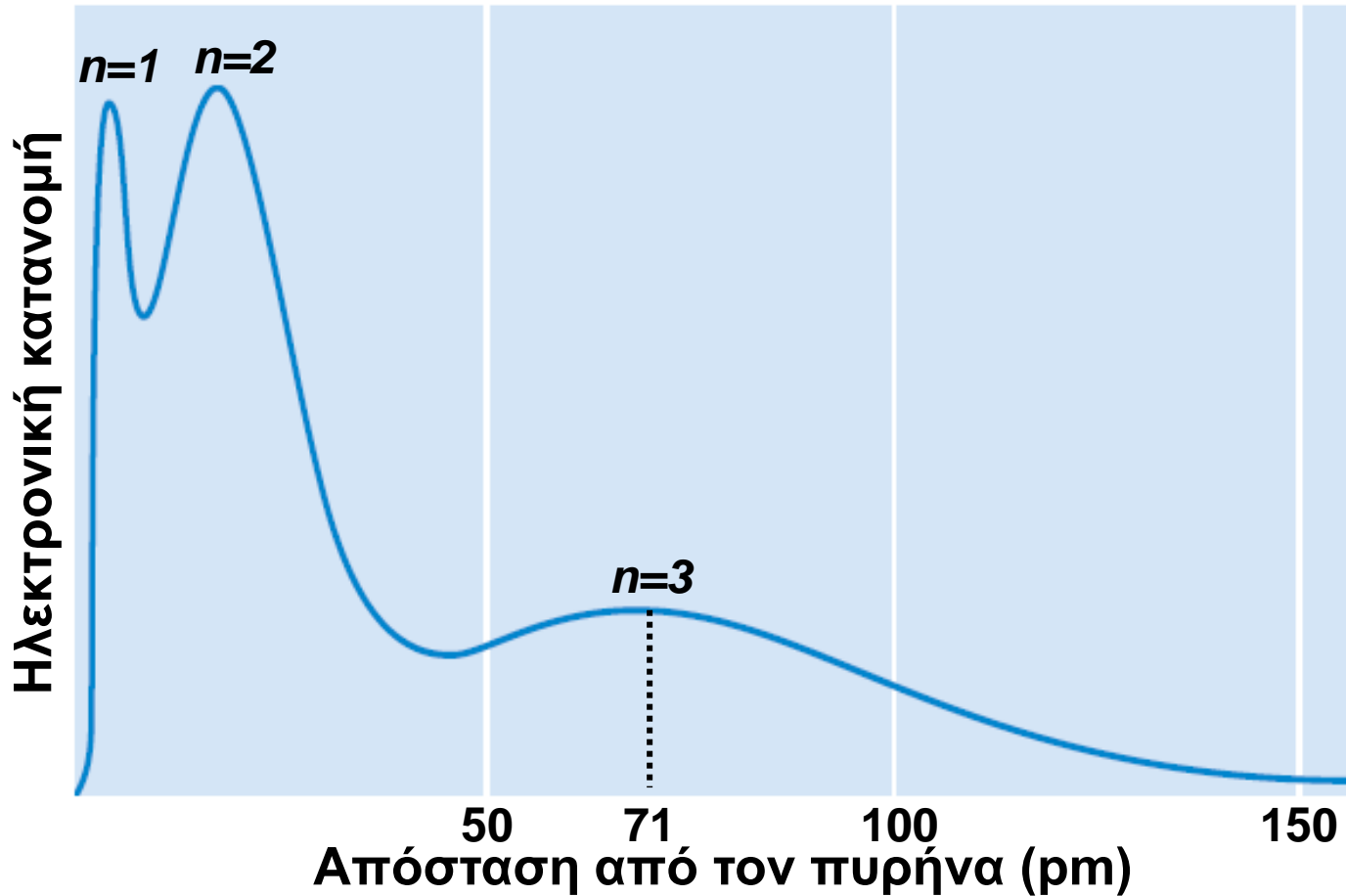
❖ Συμπέρασμα: Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες των στοιχείων σχετίζονται με την ηλεκτρονική δομή των στοιχείων.

⇒ Τριπλός συσχετισμός μεταξύ ηλεκτρονικής δομής, θέσης στον Περιοδικό Πίνακα και ιδιοτήτων των ατόμων.



Περιοδικός νόμος: Ταξινόμηση των στοιχείων κατ' αύξοντα  $Z$  σηματοδοτεί περιοδική μεταβολή των φυσικών και χημικών τους ιδιοτήτων

# Μερικές περιοδικές ιδιότητες (Ατομική ακτίνα)



Ακτινική κατανομή για το άτομο του αργού ( $_{18}\text{Ar}$ ) που δείχνει την πιθανότητα εύρεσης ενός ηλεκτρονίου σε δεδομένη απόσταση από τον πυρήνα.

Εμφανίζονται τρία μέγιστα για τους φλοιούς  $K$ ,  $L$  και  $M$ .

Στη συνέχεια, η κατανομή πέφτει συνεχώς και γίνεται ασήμαντα μικρή μετά από μερικές εκατοντάδες pm.

Το μέγιστο που εμφανίζει η συνάρτηση ακτινικής κατανομής για τον εξώτερο φλοιό του ατόμου του  $_{18}\text{Ar}$  είναι στα 71 pm και ονομάζεται ατομική ακτίνα αυτού (υπολογιζόμενη θεωρητικά για το μεμονωμένο άτομο).



# Διάκριση ατομικών ακτίνων

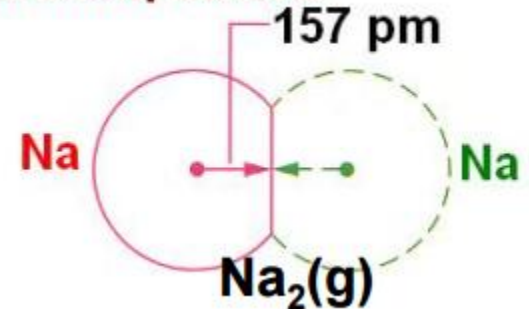
**Ομοιοπολική ακτίνα** = το  $\frac{1}{2}$  της απόστασης δύο ομοιοπυρηνικών ατόμων ενωμένων με απλό χημικό δεσμό.

**Μεταλλική ακτίνα** = το  $\frac{1}{2}$  της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων που βρίσκονται σε επαφή στο μεταλλικό πλέγμα.

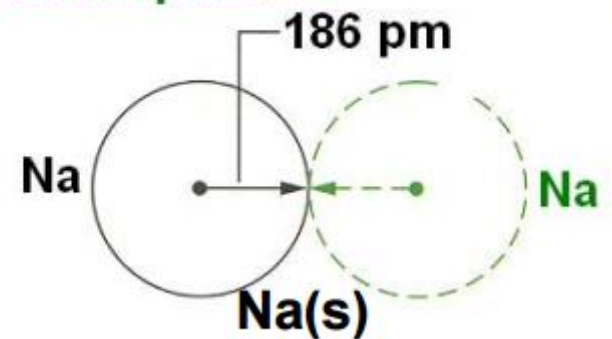
**Ατομική ακτίνα** = η ομοιοπολική ακτίνα, αν πρόκειται για διατομικά μόρια, ή η μεταλλική ακτίνα, αν πρόκειται για μέταλλα.

**Ιοντική ακτίνα** = η συνεισφορά ενός ιόντος στην απόσταση μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ιόντων σε μια στερεά ιοντική ένωση.

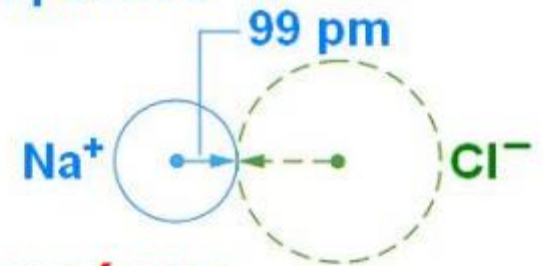
Ομοιοπολική ακτίνα



Μεταλλική ακτίνα



Ιοντική ακτίνα



Συγκρίσεις ...

# Απεικόνιση ατομικών ακτίνων των στοιχείων των κυρίων ομάδων

Περίοδος

	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H							He
2	Li Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

## Γενικές τάσεις μεταβολής των ατομικών ακτίνων

1. Μέσα σε μια περίοδο, η ατομική ακτίνα τείνει να **ελαττώνεται** από αριστερά προς τα δεξιά

2. Μέσα σε μια ομάδα, η ατομική ακτίνα τείνει να **αυξάνεται** από πάνω προς τα κάτω

# Παράγοντες που καθορίζουν την ατομική ακτίνα

... Είναι οι παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος του εξωτερικού τροχιακού του ατόμου:

1. Ο κύριος κβαντικός αριθμός ( $n$ )

2. Το δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z_{eff}$  = το θετικό φορτίο που δρα από πλευράς πυρήνα πάνω σε ένα ηλεκτρόνιο, μειωμένο όμως σε σχέση με το πραγματικό πυρηνικό φορτίο, λόγω της θωράκισης που δημιουργεί κάθε ηλεκτρόνιο που παρεμβάλλεται ανάμεσα στον πυρήνα και το θεωρούμενο ηλεκτρόνιο.

$$Z_{eff} = Z - s$$

$s$  (σταθερά θωράκισης, ή προάσπισης) : εξαρτάται από τον αριθμό των παρεμβαλλόμενων  $e$  και από τον τύπο του υποφλοιού ( $s, p, d, f$ ) στον οποίο ευρίσκονται τα  $e$

## ΠΡΟΣΟΧΗ:

✓ Στα πολυηλεκτρονικά άτομα:  $n \equiv n_{eff}$  (δραστικός κύριος κβαντικός αριθ.)

Ομάδα IA	H ( $n = 1$ )	Li ( $n = 2$ )	Na ( $n = 3$ )	K ( $n = 4$ )	Rb ( $n = 5$ )	Cs ( $n = 6$ )
$n_{eff} =$	1,0	2,0	3,0	3,7	4	4,2
$Z_{eff} =$	1,0	1,3	2,2	2,2	2,2	2,2

# Εξήγηση των τάσεων μεταβολής ατομικών ακτίνων

❖ Για τα στοιχεία των κυρίων ομάδων:

- Μέσα σε μια περίοδο και από αριστερά προς τα δεξιά:  
Ο  $n$  παραμένει σταθερός. Όμως, το  $Z_{eff}$  αυξάνεται, οπότε αυξάνεται και η έλξη του πυρήνα πάνω στο εξώτερο ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα η ατομική ακτίνα τείνει να ελαττώνεται από αριστερά προς τα δεξιά μέσα στον Π.Π.

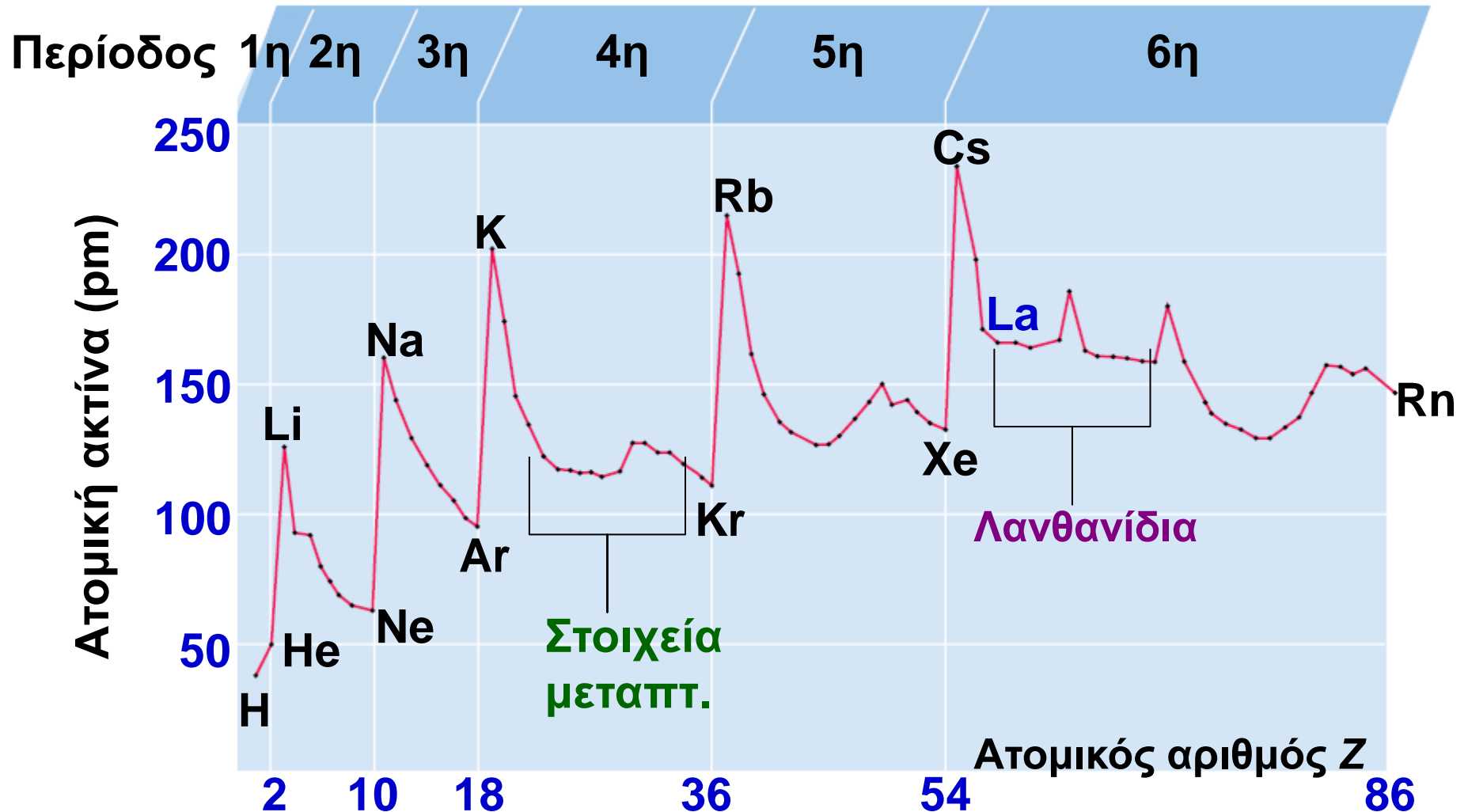
$n_{eff} = 2$	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
$Z_{eff} =$	1,3	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85

- Μέσα σε μια ομάδα και από πάνω προς τα κάτω:

Το  $Z_{eff}$  παραμένει σχεδόν σταθερό. Όμως, ο  $n$  αυξάνεται, οπότε αυξάνεται και η απόσταση από το κέντρο του πυρήνα μέχρι την περιοχή του εξώτερου ηλεκτρονίου, δηλαδή η ατομική ακτίνα αυξάνεται.



# Ατομική (ομοιοπολική) ακτίνα έναντι Z



Η καμπύλη είναι περιοδική:

κάθε περίοδος αρχίζει με άτομο της Ομάδας IA και η ατομική ακτίνα τείνει να μειώνεται μέχρι το άτομο της Ομάδας VIIA

# Εξήγηση των τάσεων μεταβολής ατομικών ακτίνων

## ❖ Για τα στοιχεία μεταπτώσεως:

Κατά μήκος μιας σειράς στοιχείων μεταπτώσεως, η ατομική ακτίνα **αρχικά ελαττώνεται σημαντικά**, λόγω αυξανόμενου  $Z_{eff}$ , **μετά ελαττώνεται ελαφρά και προς το τέλος της σειράς αυξάνεται.**

Ο λόγος είναι ότι στα στοιχεία αυτά συμπληρώνονται τα εσωτερικά  $d$  τροχιακά, οπότε η θωράκιση του  $Z_{eff}$  ενισχύεται και η επίδρασή του πάνω στα εξώτατα  $s$  ηλεκτρόνια, που καθορίζουν και την ατομική ακτίνα, μειώνεται.

Όταν πληθύνουν τα  $d$  ηλεκτρόνια, η μείωση της δράσης του  $Z_{eff}$  πάνω στα εξώτατα  $s$  ηλεκτρόνια σημαίνει αύξηση της ατομικής ακτίνας.

## Άσκηση 8.6

Προσδιορισμός σχετικών ατομικών μεγεθών από περιοδικές τάσεις

Με τη βοήθεια ενός περιοδικού πίνακα, κατατάξτε κατά σειρά αυξανόμενης ακτίνας τα άτομα των στοιχείων Na, Be και Mg. Εξηγήστε.

## Άσκηση 8.6α

Σύγκριση των ατομικών ακτίνων διαφόρων στοιχείων

Χρησιμοποιώντας περιοδικές τάσεις, τοποθετήστε τα στοιχεία F, S και Cl κατά σειρά αυξανόμενης ακτίνας. Εξηγήστε.

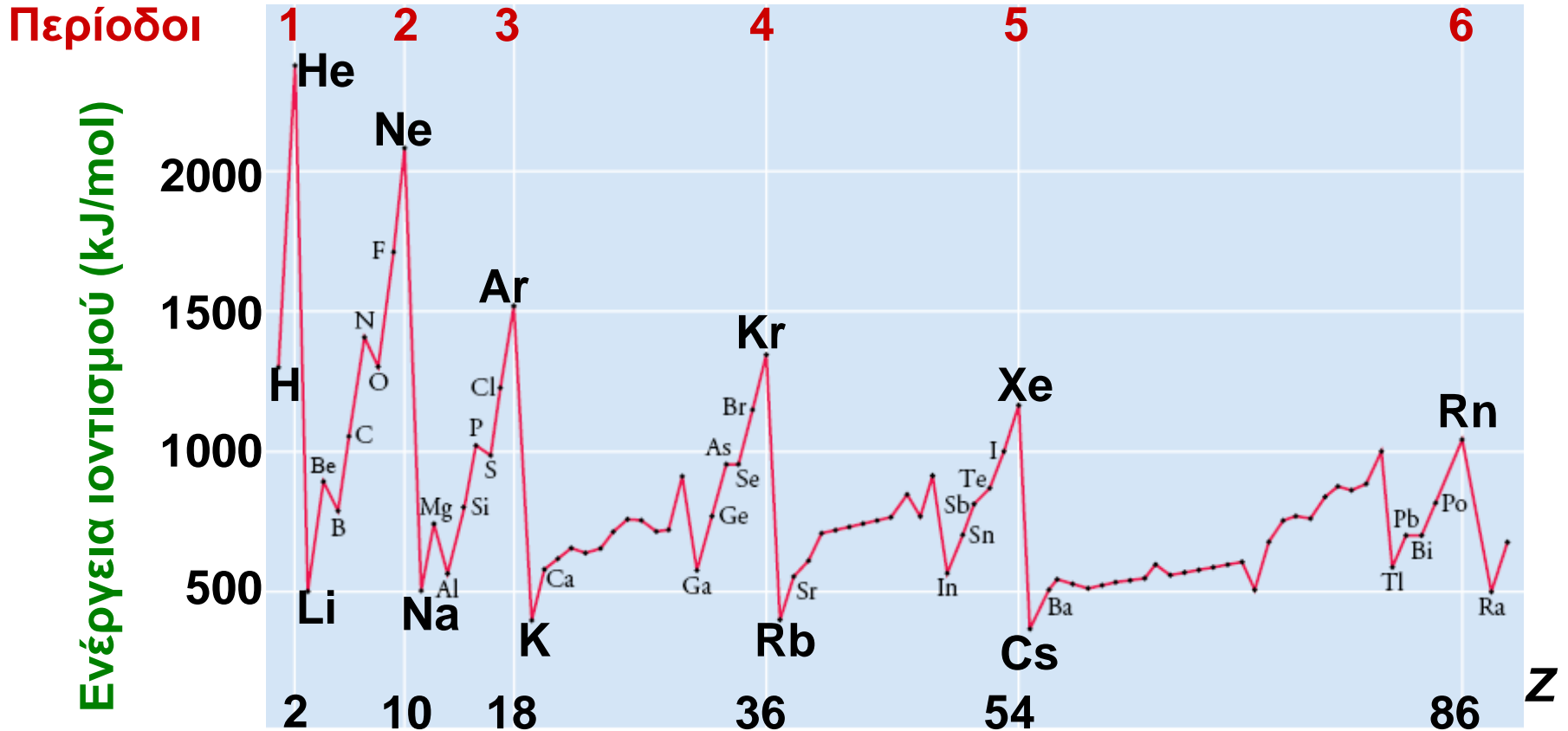
# Ενέργεια ιοντισμού ( $EI$ ή $I$ )

- Πρώτη ενέργεια ιοντισμού ( $I_1$ ): ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση του ηλεκτρονίου με την υψηλότερη ενέργεια (δηλαδή του εξώτερου ηλεκτρονίου) από το ουδέτερο άτομο στη θεμελιώδη κατάσταση και σε αέρια φάση.
- Ανάλογα ορίζονται οι δεύτερη ( $I_2$ ), τρίτη ( $I_3$ ) ...ενέργεια ιοντισμού





# Μεταβολή της ενέργειας ιοντισμού συναρτήσει του ατομικού αριθμού $Z$



Παρατηρούμε ότι οι τιμές τείνουν να αυξάνονται μέσα σε κάθε περίοδο, με εξαίρεση κάποιες μικρές μειώσεις στις ενέργεια ιοντισμού των στοιχείων 3A και 6A. Μεγάλες πτώσεις έχουμε όταν ξεκινά μια νέα περίοδος. Μέσα σε μια ομάδα, η  $I_1$  μειώνεται από πάνω προς τα κάτω.

# Διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού των δέκα πρώτων στοιχείων (σε kJ/mol)

Στοιχείο	Πρώτη	Δεύτερη	Τρίτη	Τέταρτη	Πέμπτη	Έκτη	Έβδομη
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	47.276	
C	1086	2353	4620	6222	37.829	53.265	64.358
N	1402	2857	4578	7475	9445	13.326	71.333
O	1314	3388	5300	7469	10.989	15.164	17.867
F	1681	3374	6020	8407	11.022	15.238	19.998
Ne	2081	3952	6122	9370	12.177		

Σύγκριση  $I_1, I_2, I_3, \dots$ . Γιατί οι ενέργειες ιοντισμού στα δεξιά της κλιμακωτής γραμμής αυξάνονται απότομα;

Γιατί η  $I_3$  του μαγνησίου είναι πολύ μεγαλύτερη από τη  $I_2$ ;



Η  $I_2$  αντιστοιχεί στην απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου σθένους (από το τροχιακό 3s), η οποία είναι σχετικά εύκολη. Όμως, η  $I_3$  αντιστοιχεί στην απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από τον κορμό του ιόντος  $\text{Mg}^{\text{2+}}$  που έχει την πολύ σταθερή δομή ευγενούς αερίου, του νέου, [Ne].

Μια τέτοια διαδικασία απαιτεί ένα πολύ μεγάλο ποσόν ενέργειας.

# Εξήγηση των τάσεων μεταβολής της ενέργειας ιοντισμού

Ένα  $e$  έλκεται τόσο πιο ισχυρά από τον πυρήνα, όσο μεγαλύτερο είναι το  $Z_{eff}$  και όσο μικρότερη είναι η ατομική ακτίνα. Γενικά ισχύει:

Μέσα σε μια ομάδα του Π.Π. και από πάνω προς τα κάτω:

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται, ενώ το  $Z_{eff}$  παραμένει σχεδόν αμετάβλητο  $\Rightarrow$  η  $I_1$  ελαττώνεται

Μέσα σε μια περίοδο του Π.Π. και από αριστερά προς τα δεξιά:

Η ατομική ακτίνα ελαττώνεται, ενώ το  $Z_{eff}$  αυξάνεται  $\Rightarrow$  η  $I_1$  αυξάνεται.

Εξαιρέσεις: Όταν το  $e$  που πρέπει να απομακρυνθεί, βρίσκεται σε **συμπληρωμένο** ή **ημισυμπληρωμένο** υποφλοιό.

$$\text{π.χ. } I_1(\mathbf{B}) < I_1(\mathbf{Be}) \quad \text{και} \quad I_1(\mathbf{O}) < I_1(\mathbf{N})$$

## Άσκηση 8.7

Προσδιορισμός σχετικών ενεργειών ιοντισμού από περιοδικές τάσεις

Η πρώτη ενέργεια ιοντισμού του ατόμου του χλωρίου είναι 1251 kJ/mol. Χωρίς να κοιτάζετε το βιβλίο σας, εξακριβώστε ποια από τις παρακάτω τιμές είναι πιθανότερη ως ενέργεια ιοντισμού του ατόμου του ιωδίου. Εξηγείστε.  
(α) 1000 kJ/mol, (β) 1400 kJ/mol.

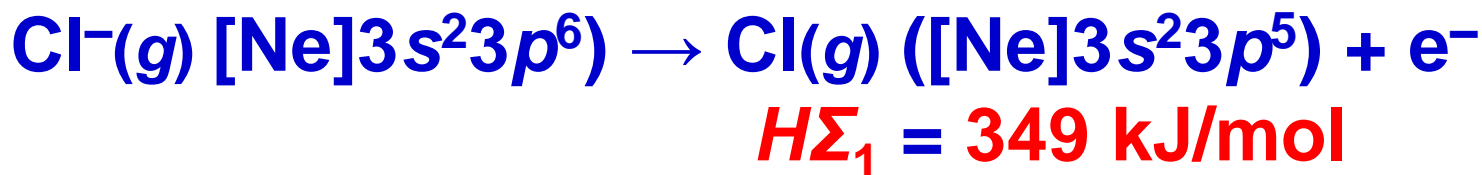
## Άσκηση 8.6β

Προσδιορισμός σχετικών ενεργειών ιοντισμού από περιοδικές τάσεις

Χρησιμοποιώντας περιοδικές τάσεις, τοποθετήστε τα στοιχεία Ar, Na, Cl και Al κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας ιοντισμού. Εξηγείστε.

# Ηλεκτρονική συγγένεια ( $H\Sigma$ ή $EA$ )

⇒ Ηλεκτρονική συγγένεια (*Electron Affinity*) : η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από το αρνητικό ιόν του ατόμου στη θεμελιώδη κατάσταση.



- Πρώτη ηλεκτρονική συγγένεια ( $H\Sigma_1$ )  
Ανάλογα ορίζεται η δεύτερη ηλεκτρονική συγγένεια ( $H\Sigma_2$ ), η τρίτη ( $H\Sigma_3$ ), κ.ο.κ.

# Μερικές ηλεκτρονικές συγγένειες ( $H\Sigma_1$ σε kJ/mol)

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
60	$\leq 0$	27	122	$\leq 0$	141	328	$\leq 0$
						Cl	
						349	
						Br	
						325	
						I	
						295	

Μεγάλη θετική τιμή  $H\Sigma_1 \Rightarrow$   
πολύ σταθερό αρνητικό ιόν

Μικρή θετική τιμή  $H\Sigma_1 \Rightarrow$   
λιγότερο σταθερό αρνητικό ιόν

Τιμές  $H\Sigma_1 \leq 0$  υποδηλώνουν ασταθή  
ιόντα

# Ποια είναι η γενική τάση μεταβολής της $H\Sigma$ μέσα στον ΠΠ;

Η ηλεκτρονική συγγένεια εξαρτάται από τους ίδιους παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται και η ενέργεια ιοντισμού, δηλαδή την ατομική ακτίνα και το  $Z_{eff}$ .

Μέσα σε μια ομάδα του ΠΠ και από πάνω προς τα κάτω:  
Η ατομική ακτίνα αυξάνεται, ενώ το  $Z_{eff}$  παραμένει σχεδόν αμετάβλητο  $\Rightarrow$  η  $H\Sigma_1$  ελαττώνεται

Μέσα σε μια περίοδο του ΠΠ και από αριστερά προς τα δεξιά:

Η ατομική ακτίνα ελαττώνεται, ενώ το  $Z_{eff}$  αυξάνεται  $\Rightarrow$  η  $H\Sigma_1$  αυξάνεται (με εξαίρεση τα στοιχεία Ομάδας VA)

**!!! Τις μεγαλύτερες τιμές  $H\Sigma_1$  τις έχουν τα αλογόνα!**

$\Rightarrow$  Οι δεύτερες ηλεκτρονικές συγγένειες, οι  $H\Sigma_2$ , είναι πάντοτε **μεγαλύτερες** !



## Άσκηση 8.8

Προσδιορισμός σχετικών τιμών  $H\Sigma$  ή  $E.A.$  (*Electron Affinity* = *Ηλεκτρονική Συγγένεια*) από περιοδικές τάσεις

Χωρίς τη βοήθεια του προηγούμενου Πίνακα ή του βιβλίου σας, χρησιμοποιώντας μόνο τα γενικά σχόλια αυτής της ενότητας, αποφανθείτε ποιο στοιχείο έχει τη μεγαλύτερη ηλεκτρονική συγγένεια, ο άνθρακας ή το φθόριο;

## Άσκηση 8.6γ

Σύγκριση των ηλεκτρονικών συγγενειών δύο στοιχείων

Με βάση τον γενικό τρόπο μεταβολής της ηλεκτρονικής συγγένειας μέσα στον περιοδικό πίνακα, βρείτε ποιο στοιχείο σε καθένα από τα ακόλουθα ζεύγη έχει τη μεγαλύτερη τιμή  $H.\Sigma.$  : (α) Cl, S (β) Se, K

# ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ( $X$ )

Μέτρο της ικανότητας ατόμου ευρισκόμενου σε μόριο να έλκει προς το μέρος του δεσμικά ηλεκτρόνια  
(Linus Pauling 1932)

Δίνεται από τη σχέση:  $X = \frac{I.E. - E.A.}{2}$  (R. S. Mulliken 1934)

Μέσα στον ΠΠ μεταβάλλεται όπως η  $EI$  και η  $H\Sigma$  (ή  $EA$ )

Δηλαδή:

Αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά και από κάτω προς τα επάνω

Άρα:

- ✓ Το F έχει τη μέγιστη και
- ✓ Το Cs την ελάχιστη τιμή ηλεκτραρνητικότητας

# ΑΡΙΘΜΟΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

Αριθμός οξείδωσης ατόμου σε μια ένωση: Πραγματικό φορτίο του ατόμου αν αυτό εμφανίζεται στην ένωση ως μονατομικό ιόν, ή το υποθετικό φορτίο που αποδίδεται στο άτομο βάσει κάποιων απλών κανόνων

Κανόνας	Εφαρμόζεται σε	Διατύπωση
1	Στοιχεία	Ο Α.Ο. ατόμου σε στοιχειακή κατάσταση είναι <b>0</b>
2	Μονατομικά ιόντα	Ο Α.Ο. ατόμου σε μονατομικό ιόν = <u>φορτίο ιόντος</u>
3	Οξυγόνο	Ο Α.Ο. του <b>O</b> = <b>-2</b> (εξαιρούνται τα υπεροξείδια π.χ. στο $H_2O_2$ όπου ο Α.Ο. του O = <b>-1</b> )
4	Υδρογόνο	Ο Α.Ο. του <b>H</b> = <b>+1</b> στις περισσότερες ενώσεις (σε δυαδικές ενώσεις με μέταλλα = <b>-1</b> )
5	Αλογόνα	Ο Α.Ο. του <b>F</b> = <b>-1</b> παντού (το ίδιο και των άλλων σε δυαδικές ενώσεις εκτός εκείνων με O ή αλογόνο $< Z$ )
6	Ενώσεις και πολυατομικά ιόντα	Άθροισμα Α.Ο. των ατόμων σε μια ένωση = <b>0</b> Άθροισμα Α.Ο. των ατόμων σε πολυατομικό ιόν = <b>φορτίο του ιόντος</b>

# ΑΡΙΘΜΟΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ

- Πολλοί Α.Ο. αντιστοιχούν στην **απώλεια** ή την **πρόσληψη** τόσων ηλεκτρονίων από άτομο ώστε αυτό να αποκτήσει **σταθερή Η.Δ.** (συμπληρωμένων υποστιβάδων) και είναι χρήσιμοι για την:
  - Αναγραφή χημικών τύπων
  - Ισοστάθμιση εξισώσεων
  - Πρόβλεψη πιθανών προϊόντων σε αντιδράσεις οξειδοαναγωγής
  - Συστηματική ονοματολογία

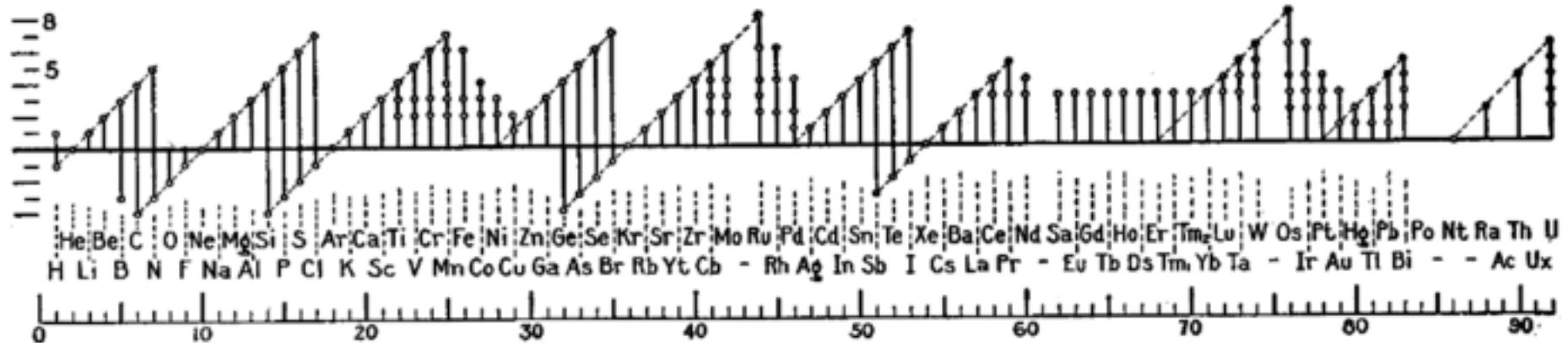


Fig. 1.

**Αριθμοί οξείδωσης των στοιχείων συναρτήσει του ατομικού αριθμού, όπου φαίνεται η περιοδικότητά τους**

# Ατομικές ιδιότητες και Περιοδικός Πίνακας

Τα κατακόρυφα βέλη  
εκφράζουν την τάση  
μέσα σε μια ομάδα

Τα οριζόντια βέλη  
εκφράζουν την τάση  
μέσα σε μια περίοδο

αύξηση  
ατομικής  
ακτίνας

αύξηση  
ενέργειας  
ιοντισμού

πιο θετική  
ηλεκτρονική  
συγγένεια

εντονότερος  
μεταλλικός  
χαρακτήρας

εντονότερος  
αμεταλλικός  
χαρακτήρας

# Άσκηση

Αφού κυκλώσετε το χημ. είδος στο οποίο αντιστοιχεί η ανάλογη ιδιότητα και εξηγήσετε εν συντομία την επιλογή σας, να συμπληρώσετε τον υπόλοιπο πίνακα με δεδομένα για το χημ. είδος που έχετε κυκλώσει:

ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΧΗΜΙΚΑ ΕΙΔΗ	ΕΞΗΓΗΣΗ	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ	ΑΡΙΘ. ΑΣΥΖ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ	ΔΙΑΜΑ- ΓΝΗΤΙΚΟ
Μικρότερη ηλεκτρονική Συγγένεια	<b>C, O, N</b>				
Μεγαλύτερη ακτίνα	<b>K<sup>+</sup>, S<sup>2-</sup>, P<sup>3-</sup></b>				
Μικρότερη ενέργεια δευτέρου ιοντισμού	<b>Na, Cs, Ba</b>				
Μεγαλύτερη ηλεκτραρνητι- κότητα	<b>Se, As, Br</b>				

# Περιοδικότητα στις ιδιότητες των στοιχείων

- Φυσικές ιδιότητες
- **Μεταβολές φυσικών ιδιοτήτων μέσα σε μια ομάδα**  
Η τιμή μιας ιδιότητας, όπως π.χ. το σ.ζ. ή το σ.τ., συχνά μεταβάλλεται με κάποια κανονικότητα από πάνω προς τα κάτω μέσα σε μια ομάδα στοιχείων του Π.Π.
- **Μεταβολές φυσικών ιδιοτήτων μέσα σε μια περίοδο**  
Υπάρχουν λίγες ιδιότητες, όπως π.χ. η ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα, που μεταβάλλονται ομαλά με κάποια κανονικότητα κατά μήκος μιας περιόδου του Π.Π.

Π.χ., Na, Mg, Al = καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού

Si = ημιαγωγός

P, S, Cl = κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού

# Περιοδικότητα στις ιδιότητες των στοιχείων

## Χημικές ιδιότητες

Διαγώνιες σχέσεις είναι οι ομοιότητες στις χημικές ιδιότητες που παρατηρούνται μεταξύ ορισμένων ζευγών στοιχείων που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες και διαφορετικές περιόδους του Π.Π., όπως Li – Mg, Be – Al και B – Si.

Αιτία: η ομοιότητα στις **πυκνότητες φορτίων** των αντίστοιχων κατιόντων.

## Αναγωγική ισχύς των μετάλλων 1A και 2A

Ως ένα βαθμό εξηγείται βάσει των ενεργειών ιοντισμού

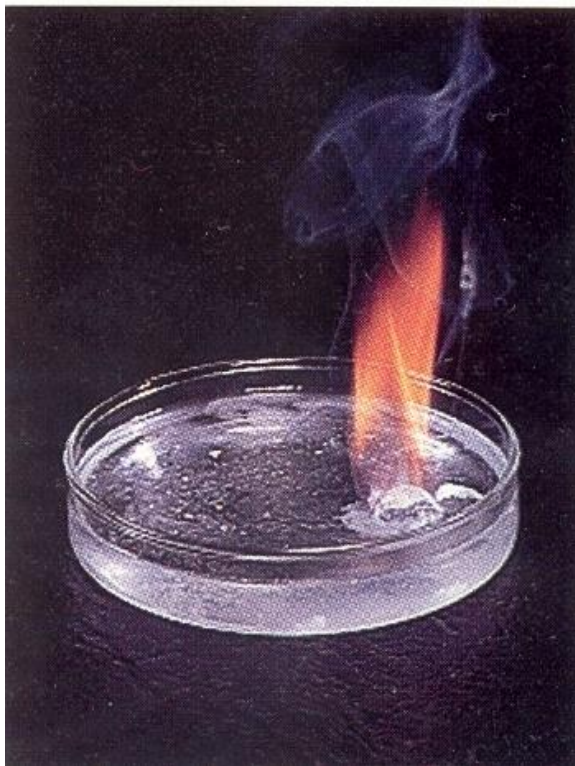
Π.χ. το **K** είναι πιο ισχυρό αναγωγικό από το **Ca** διότι έχει μικρότερη ενέργεια ιοντισμού από το Ca

## Οξειδωτική ισχύς των αλογόνων

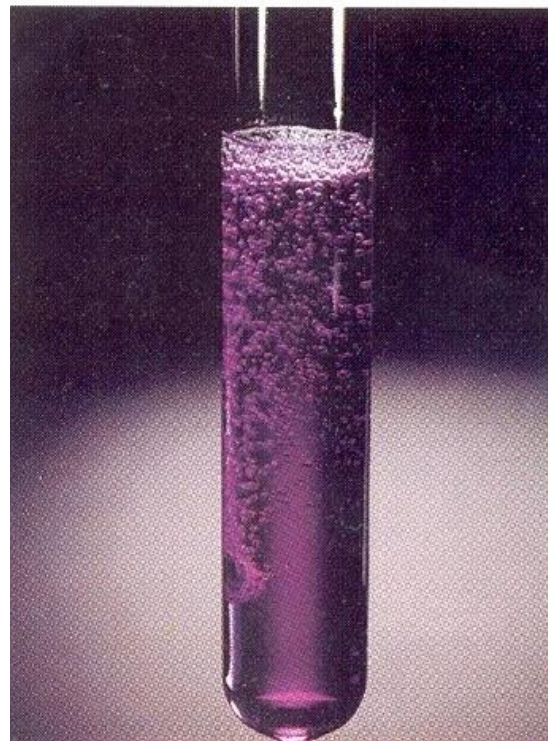
Εξηγείται βάσει των τιμών ηλεκτρονικής συγγένειας ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ). Το  $\text{F}_2$  είναι το ισχυρότερο οξειδωτικό στοιχείο!!



# Αναγωγική ισχύς των μετάλλων 1A και 2A

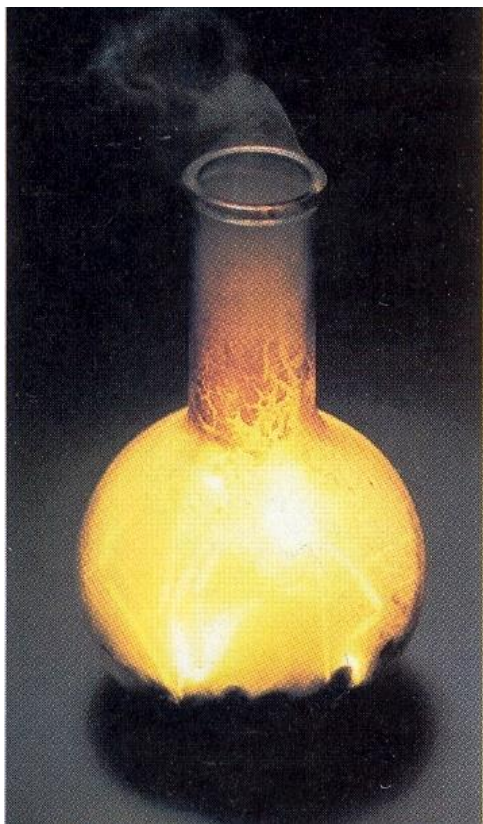


Το κάλιο αντιδρά τόσο βίαια με το νερό, ώστε το  $H_2$  που ελευθερώνεται, αναφλέγεται

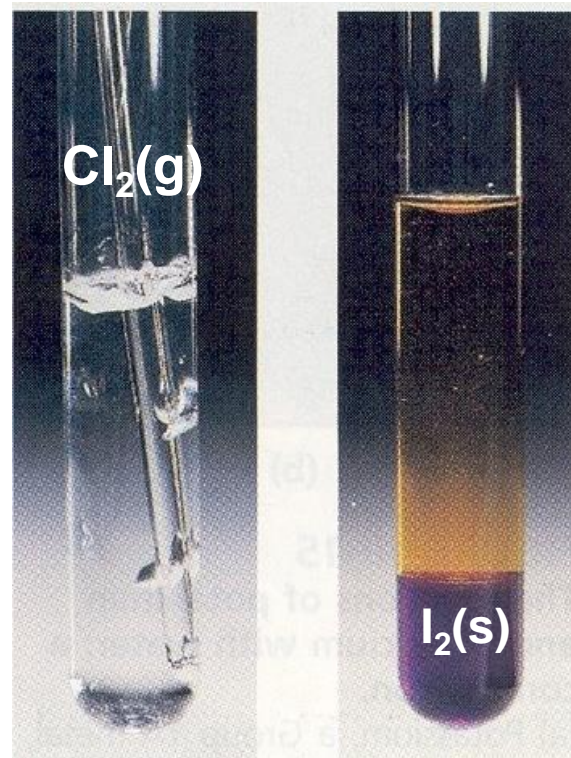


Το ασβέστιο αντιδρά πιο ήρεμα με το νερό, παράγοντας επίσης  $H_2$ , χωρίς όμως ανάφλεξη.

# Οξειδωτική ισχύς των αλογόνων



Ένα δραστικό μέταλλο (μικρή  $I_1$ ) και ένα δραστικό αμέταλλο (μεγάλη  $HS_1$ ) αντιδρούν έντονα παράγοντας το ιοντικό στερεό NaCl.



Το  $\text{Cl}_2(\text{g})$  που εισάγεται στο διάλυμα των ιόντων  $\text{I}^-(\text{aq})$ , ως ισχυρότερο οξειδωτικό από το  $\text{I}_2$ , οξειδώνει τα ιόντα  $\text{I}^-$  προς  $\text{I}_2$

# Περιοδικότητα στα στοιχεία των κυρίων ομάδων

- ❖ Μεταβολές **μεταλλικού** – **αμέταλλου** χαρακτήρα των στοιχείων μέσα στον Π.Π.
- ❖ **Βασική** – **όξινη** συμπεριφορά των οξειδίων των στοιχείων.

Βασικά, όξινα και επαμφοτερίζοντα οξειδία

Υδρογόνο,  $H_2$ ,  $1s^1$

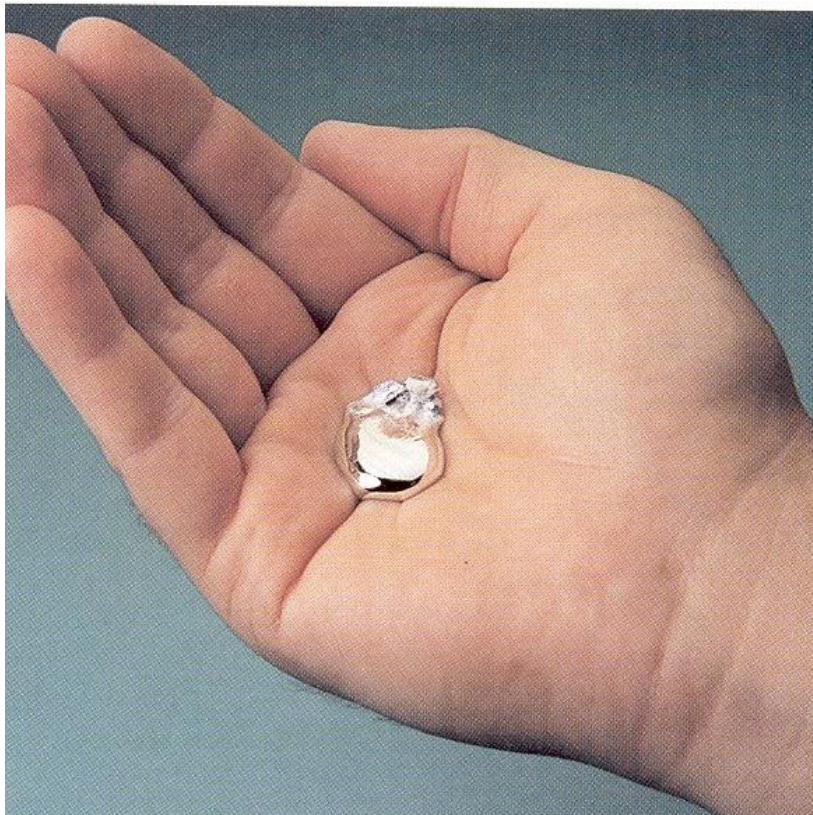
Στοιχεία της Ομάδας IA (αλκαλιμέταλλα,  $ns^1$ ,  $n \geq 2$ ,  $R_2O$ , **βασικά**)

Στοιχεία της Ομάδας IIA (αλκαλικές γαίες,  $ns^2$ ,  $RO$ , **βασικά**)

Στοιχεία της Ομάδας IIIA ( $ns^2np^1$ , μεγάλη αύξηση μεταλλικού χαρακτήρα,  $R_2O_3$ ,  $B_2O_3$  **όξινο**,  $Al_2O_3$ ,  $Ga_2O_3$  **επαμφοτερίζοντα**)

Στοιχεία της Ομάδας IVA ( $ns^2np^2$ , η πιο σαφής μεταβολή σε μεταλλικό χαρακτήρα,  $RO_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  **όξινο**,  $SiO_2$ ,  $GeO_2$  λιγότερο **όξινα**,  $SnO_2$ ,  $PbO_2$  **επαμφοτερίζοντα**)

# Ιδιότητες στοιχείων και οξειδίων (κύριες ομάδες)



**Γάλλιο (σ.τ. 29,8°C)**

Το μέταλλο τήκεται από τη θερμότητα μιας παλάμης



**Οξείδια μερικών στοιχείων της Ομάδας IVA**

# Περιοδικότητα στα στοιχεία των κυρίων ομάδων (συνέχεια)

Στοιχεία της Ομάδας **VA** ( $ns^2np^3$ ,  $R_2O_3$ ,  $R_2O_5$ ,  $R_4O_6$ ,  $R_2O_{10}$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $N_2O_5$ ,  $P_4O_6$ ,  $P_4O_{10}$ ,  $As_2O_3$ ,  $As_2O_5$  **όξινα**,  $Sb_2O_3$ ,  $Sb_2O_5$  **επαμφοτερίζοντα**,  $Bi_2O_3$  **βασικό**)

Στοιχεία της Ομάδας **VIA** (χαλκογόνα,  $ns^2np^4$ ,  $RO_2$ ,  $RO_3$  **όξινα**,  $TeO_2$ ,  $PoO_2$  **επαμφοτερίζοντα**)

Στοιχεία της Ομάδας **VIIA** (αλογόνα,  $ns^2np^5$ , **ασταθή όξινα οξειδία**)

Στοιχεία της Ομάδας **VIIIA** (ευγενή αέρια,  $ns^2np^6$ )

# Συνοπτικά, τα οξείδια των αντιπροσωπευτικών στοιχείων στους υψηλότερους Α.Ο. τους

IA	IIA
$\text{Li}_2\text{O}$	$\text{BeO}$
$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{MgO}$
$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$
$\text{Rb}_2\text{O}$	$\text{SrO}$
$\text{Cs}_2\text{O}$	$\text{BaO}$

Μεταβατικά στοιχεία

III A	IV A	V A	V I A	V II A	V III A
$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2\text{O}_5$		$\text{OF}_2$	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{P}_4\text{O}_{10}$	$\text{SO}_3$	$\text{Cl}_2\text{O}_7$	
$\text{Ga}_2\text{O}_3$	$\text{GeO}_2$	$\text{As}_2\text{O}_5$	$\text{SeO}_3$	$\text{Br}_2\text{O}_7$	
$\text{In}_2\text{O}_3$	$\text{SnO}_2$	$\text{Sn}_2\text{O}_5$	$\text{TeO}_3$	$\text{I}_2\text{O}_7$	
$\text{Tl}_2\text{O}_3$	$\text{PbO}_2$	$\text{Bi}_2\text{O}_5$	$\text{PoO}_3$	$\text{At}_2\text{O}_7$	

