Περιοδικό Σύστημα

Newlands (1864): ταξινόμηση στοιχείων κατά αύξουσα ατομική μάζα

και σε οκτάβες

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cℓ	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

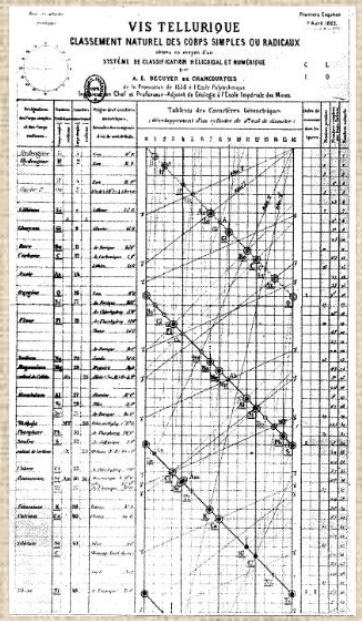
Meyer (1865): σχέση ιδιοτήτων και ατομικής μάζας

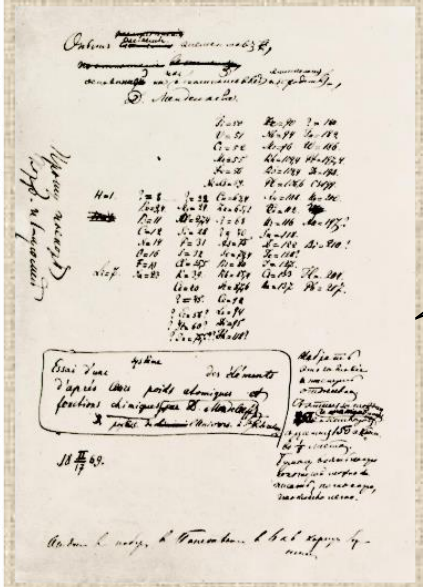
Mendeleev (1869): νόμος της περιοδικότητας των στοιχείων

Mosley (1913): κατάταξη κατά αύξοντα ατομικό αριθμό

de Chancourtois

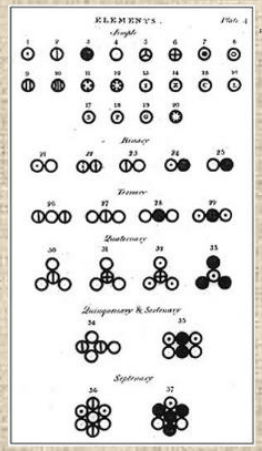
Lavoisier

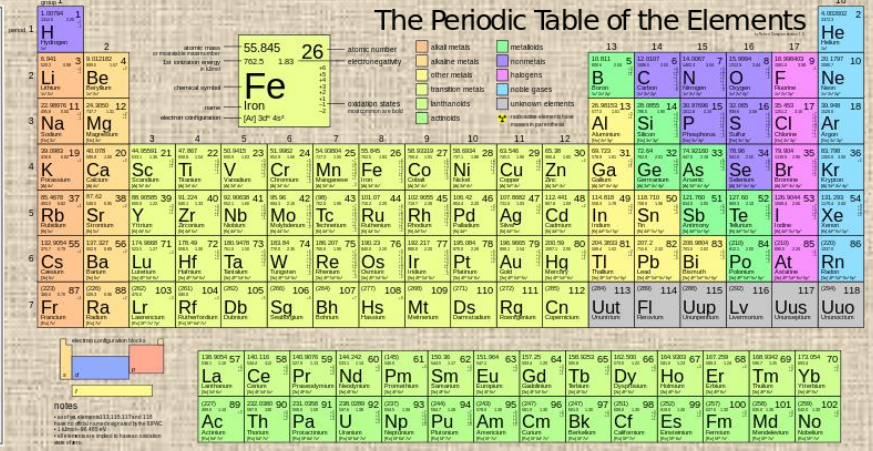




Mendeleyev

Dalton

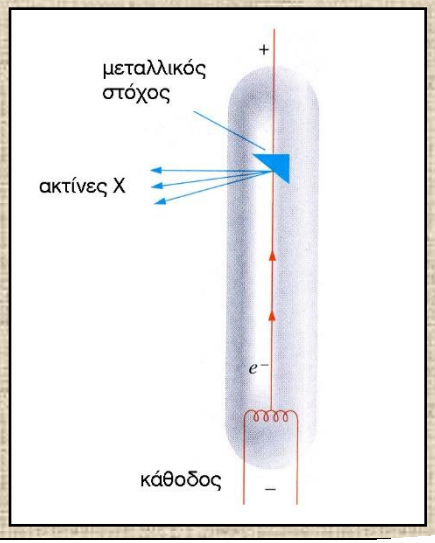




Περιοδικός νόμος του Mosley (1913):

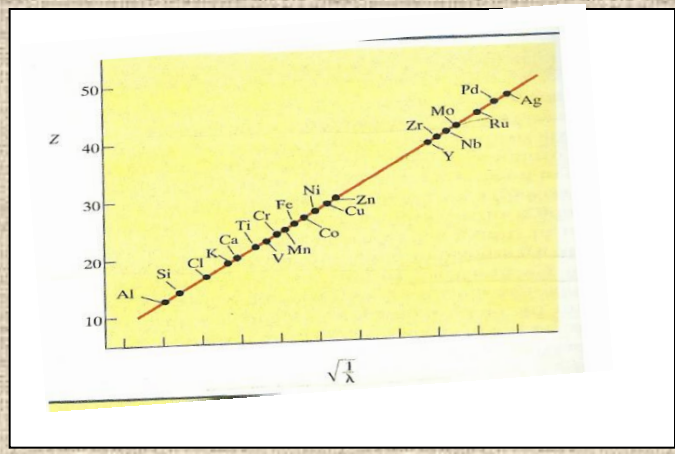
Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.

$$\sqrt{v} = a(Z - b)$$



Το φορτίο - και όχι η μάζα - σχετίζεται με την συμπεριφορά των στοιχείων

Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας είναι μία κατάταξη των χημικών στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό (Z)



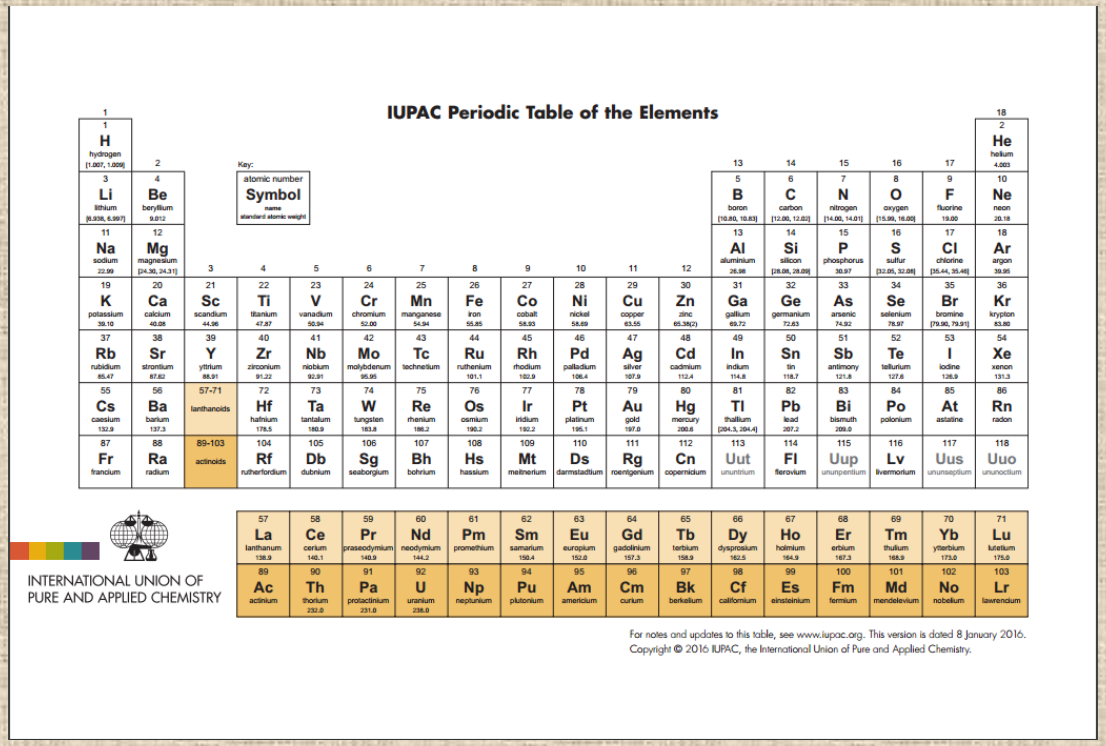
Κατάταξη στοιχείων στο ΠΣ

- **7 οριζόντιες σειρές – ΠΕΡΙΟΔΟΙ**

  Οι ιδιότητες των στοιχείων στις περιόδους μεταβάλλονται περιοδικά

- **18 κάθετες γραμμές – ΟΜΑΔΕΣ**

  Τα στοιχεία μίας ομάδας έχουν παρόμοιες φυσικές και χημικές ιδιότητες



ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ – Νοέμβριος 2016

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key: atomic number **Symbol** name — conventional atomic weight / standard atomic weight

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 **H** hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]																	2 **He** helium 4.0026
3 **Li** lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 **Be** beryllium 9.0122											5 **B** boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 **C** carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 **N** nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 **O** oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 **F** fluorine 18.998	10 **Ne** neon 20.180
11 **Na** sodium 22.990	12 **Mg** magnesium 24.305 [24.304, 24.307]											13 **Al** aluminium 26.982	14 **Si** silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 **P** phosphorus 30.974	16 **S** sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 **Cl** chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 **Ar** argon 39.948
19 **K** potassium 39.098	20 **Ca** calcium 40.078(4)	21 **Sc** scandium 44.956	22 **Ti** titanium 47.867	23 **V** vanadium 50.942	24 **Cr** chromium 51.996	25 **Mn** manganese 54.938	26 **Fe** iron 55.845(2)	27 **Co** cobalt 58.933	28 **Ni** nickel 58.693	29 **Cu** copper 63.546(3)	30 **Zn** zinc 65.38(2)	31 **Ga** gallium 69.723	32 **Ge** germanium 72.630(8)	33 **As** arsenic 74.922	34 **Se** selenium 78.971(8)	35 **Br** bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 **Kr** krypton 83.798(2)
37 **Rb** rubidium 85.468	38 **Sr** strontium 87.62	39 **Y** yttrium 88.906	40 **Zr** zirconium 91.224(2)	41 **Nb** niobium 92.906	42 **Mo** molybdenum 95.95	43 **Tc** technetium	44 **Ru** ruthenium 101.07(2)	45 **Rh** rhodium 102.91	46 **Pd** palladium 106.42	47 **Ag** silver 107.87	48 **Cd** cadmium 112.41	49 **In** indium 114.82	50 **Sn** tin 118.71	51 **Sb** antimony 121.76	52 **Te** tellurium 127.60(3)	53 **I** iodine 126.90	54 **Xe** xenon 131.29
55 **Cs** caesium 132.91	56 **Ba** barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 **Hf** hafnium 178.49(2)	73 **Ta** tantalum 180.95	74 **W** tungsten 183.84	75 **Re** rhenium 186.21	76 **Os** osmium 190.23(3)	77 **Ir** iridium 192.22	78 **Pt** platinum 195.08	79 **Au** gold 196.97	80 **Hg** mercury 200.59	81 **Tl** thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 **Pb** lead 207.2	83 **Bi** bismuth 208.98	84 **Po** polonium	85 **At** astatine	86 **Rn** radon
87 **Fr** francium	88 **Ra** radium	89-103 actinoids	104 **Rf** rutherfordium	105 **Db** dubnium	106 **Sg** seaborgium	107 **Bh** bohrium	108 **Hs** hassium	109 **Mt** meitnerium	110 **Ds** darmstadtium	111 **Rg** roentgenium	112 **Cn** copernicium	113 **Nh** nihonium	114 **Fl** flerovium	115 **Mc** moscovium	116 **Lv** livermorium	117 **Ts** tennessine	118 **Og** oganesson

57 **La** lanthanum 138.91	58 **Ce** cerium 140.12	59 **Pr** praseodymium 140.91	60 **Nd** neodymium 144.24	61 **Pm** promethium	62 **Sm** samarium 150.36(2)	63 **Eu** europium 151.96	64 **Gd** gadolinium 157.25(3)	65 **Tb** terbium 158.93	66 **Dy** dysprosium 162.50	67 **Ho** holmium 164.93	68 **Er** erbium 167.26	69 **Tm** thulium 168.93	70 **Yb** ytterbium 173.05	71 **Lu** lutetium 174.97
89 **Ac** actinium	90 **Th** thorium 232.04	91 **Pa** protactinium 231.04	92 **U** uranium 238.03	93 **Np** neptunium	94 **Pu** plutonium	95 **Am** americium	96 **Cm** curium	97 **Bk** berkelium	98 **Cf** californium	99 **Es** einsteinium	100 **Fm** fermium	101 **Md** mendelevium	102 **No** nobelium	103 **Lr** lawrencium

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.

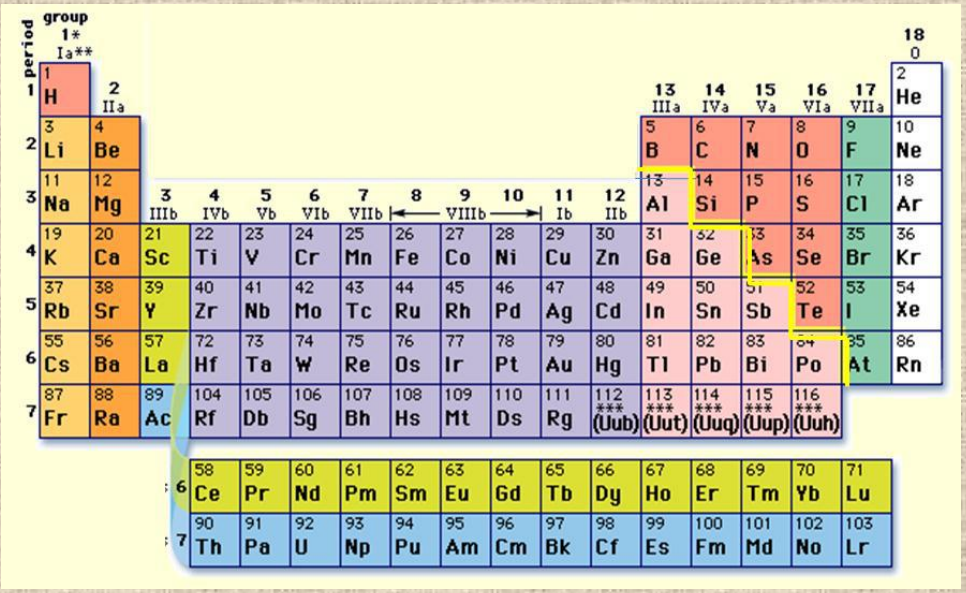
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

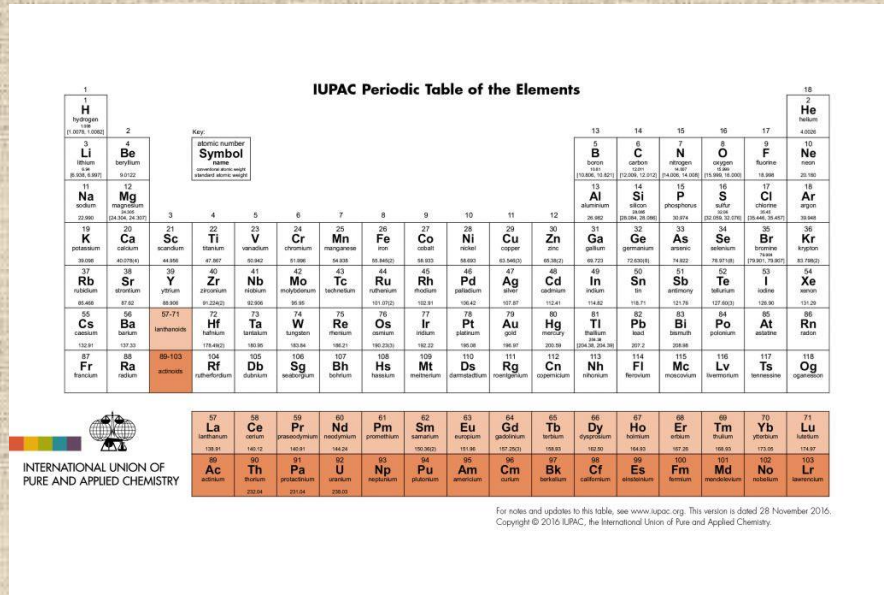
Διαφωνίες για το Περιοδικό Σύστημα

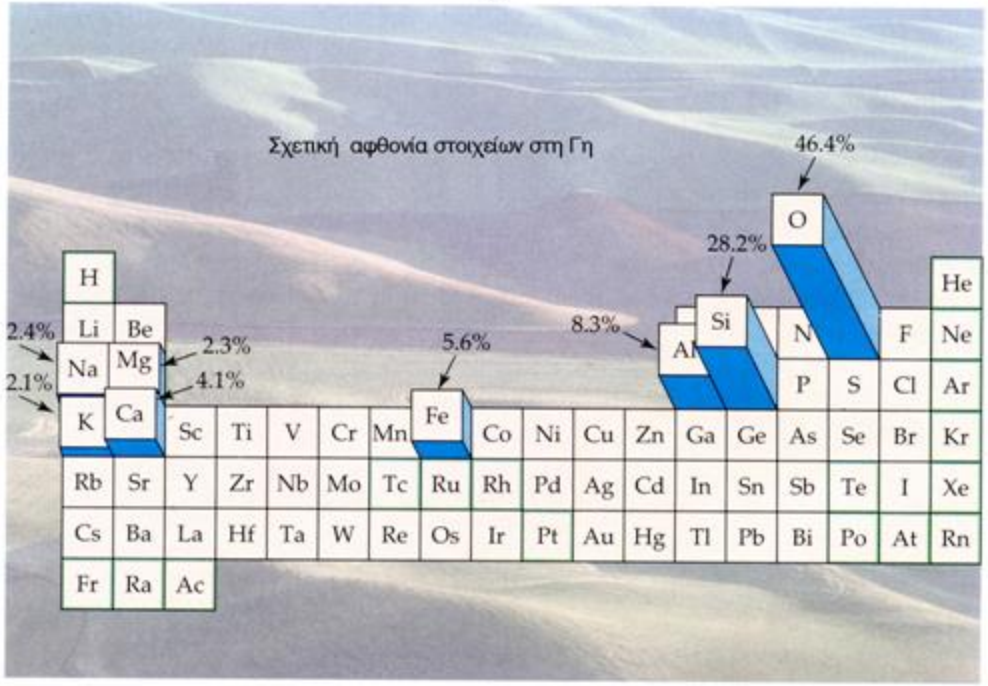
***1. τρόπος αρίθμησης ομάδων*: αμερικανικός, ευρωπαικός, κατά IUPAC**

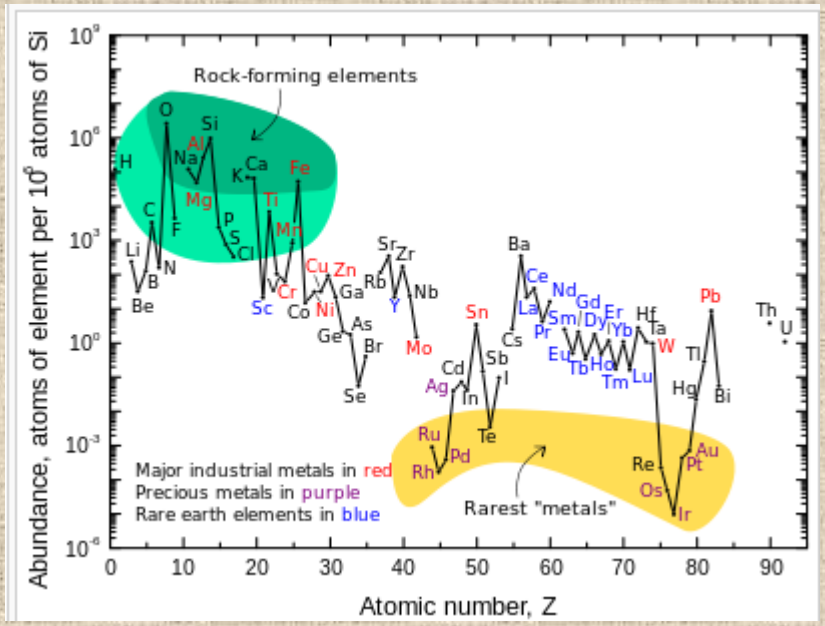
***2. θέση Υδρογόνου:* στη θέση 1 ή σε παράρτημα**

***3. Θέση La – Lu, θέση Ac – Lr:* στον Πίνακα ή σε παράρτημα**





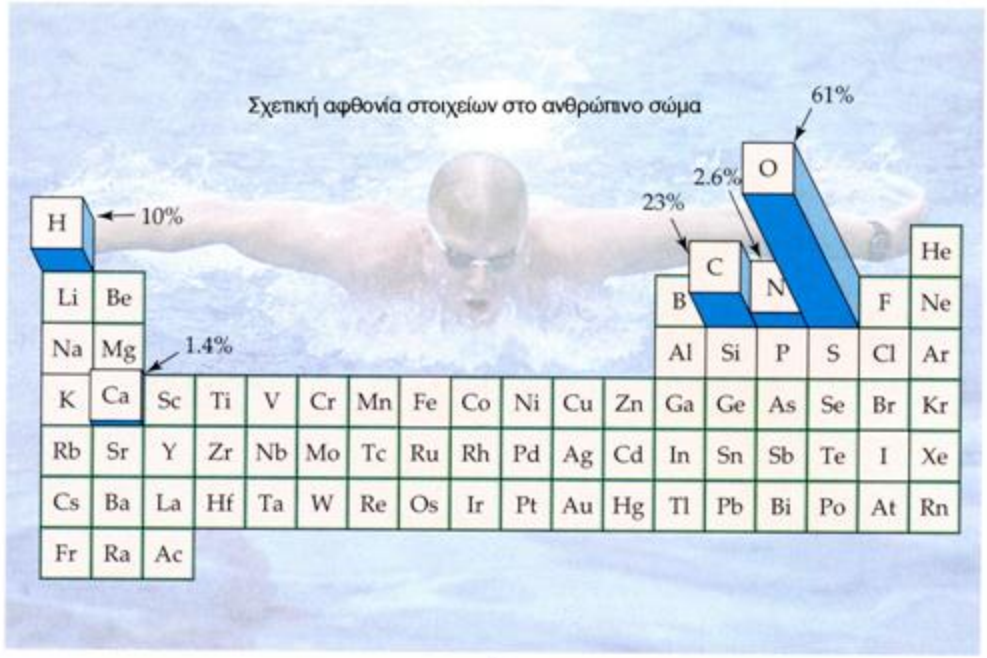




Nutritional elements in the periodic table

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	* Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
			* Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			** Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

- The four organic basic elements
- Quantity elements
- Essential trace elements
- Suggested function from deprivation effects or active metabolic handling, but no clearly-identified biochemical function in humans
- Limited circumstantial evidence for trace benefits or biological action in mammals
- No evidence for biological action in mammals, but essential in some lower organisms.



ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ - 2016

αλκάλια

αλκαλικές γαίες

στοιχεία μετάπτωσης

αλογόνα

ευγενή αέρια

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key: atomic number **Symbol** name (conventional atomic weight / standard atomic weight)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 **H** hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]																	2 **He** helium 4.0026
3 **Li** lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 **Be** beryllium 9.0122											5 **B** boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 **C** carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 **N** nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 **O** oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 **F** fluorine 18.998	10 **Ne** neon 20.180
11 **Na** sodium 22.990	12 **Mg** magnesium 24.305 [24.304, 24.307]											13 **Al** aluminium 26.982	14 **Si** silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 **P** phosphorus 30.974	16 **S** sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 **Cl** chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 **Ar** argon 39.948
19 **K** potassium 39.098	20 **Ca** calcium 40.078(4)	21 **Sc** scandium 44.956	22 **Ti** titanium 47.867	23 **V** vanadium 50.942	24 **Cr** chromium 51.996	25 **Mn** manganese 54.938	26 **Fe** iron 55.845(2)	27 **Co** cobalt 58.933	28 **Ni** nickel 58.693	29 **Cu** copper 63.546(3)	30 **Zn** zinc 65.38(2)	31 **Ga** gallium 69.723	32 **Ge** germanium 72.630(8)	33 **As** arsenic 74.922	34 **Se** selenium 78.971(8)	35 **Br** bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 **Kr** krypton 83.798(2)
37 **Rb** rubidium 85.468	38 **Sr** strontium 87.62	39 **Y** yttrium 88.906	40 **Zr** zirconium 91.224(2)	41 **Nb** niobium 92.906	42 **Mo** molybdenum 95.95	43 **Tc** technetium	44 **Ru** ruthenium 101.07(2)	45 **Rh** rhodium 102.91	46 **Pd** palladium 106.42	47 **Ag** silver 107.87	48 **Cd** cadmium 112.41	49 **In** indium 114.82	50 **Sn** tin 118.71	51 **Sb** antimony 121.76	52 **Te** tellurium 127.60(3)	53 **I** iodine 126.90	54 **Xe** xenon 131.29
55 **Cs** caesium 132.91	56 **Ba** barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 **Hf** hafnium 178.49(2)	73 **Ta** tantalum 180.95	74 **W** tungsten 183.84	75 **Re** rhenium 186.21	76 **Os** osmium 190.23(3)	77 **Ir** iridium 192.22	78 **Pt** platinum 195.08	79 **Au** gold 196.97	80 **Hg** mercury 200.59	81 **Tl** thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 **Pb** lead 207.2	83 **Bi** bismuth 208.98	84 **Po** polonium	85 **At** astatine	86 **Rn** radon
87 **Fr** francium	88 **Ra** radium	89-103 actinoids	104 **Rf** rutherfordium	105 **Db** dubnium	106 **Sg** seaborgium	107 **Bh** bohrium	108 **Hs** hassium	109 **Mt** meitnerium	110 **Ds** darmstadtium	111 **Rg** roentgenium	112 **Cn** copernicium	113 **Nh** nihonium	114 **Fl** flerovium	115 **Mc** moscovium	116 **Lv** livermorium	117 **Ts** tennessine	118 **Og** oganesson

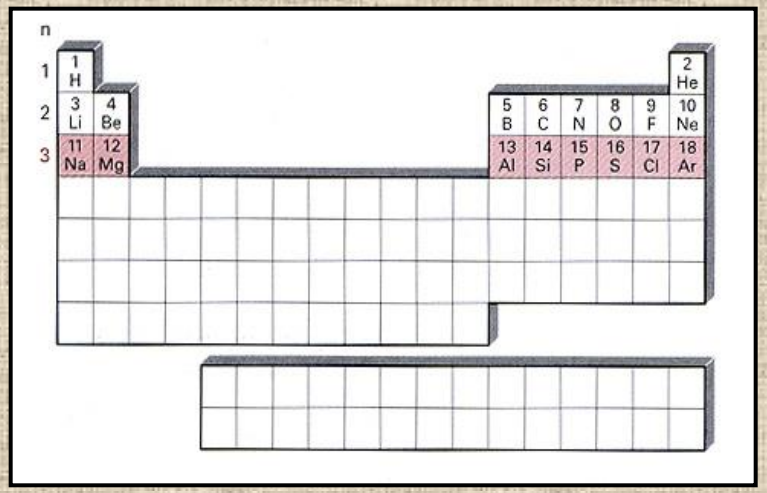
57 **La** lanthanum 138.91	58 **Ce** cerium 140.12	59 **Pr** praseodymium 140.91	60 **Nd** neodymium 144.24	61 **Pm** promethium	62 **Sm** samarium 150.36(2)	63 **Eu** europium 151.96	64 **Gd** gadolinium 157.25(3)	65 **Tb** terbium 158.93	66 **Dy** dysprosium 162.50	67 **Ho** holmium 164.93	68 **Er** erbium 167.26	69 **Tm** thulium 168.93	70 **Yb** ytterbium 173.05	71 **Lu** lutetium 174.97
89 **Ac** actinium	90 **Th** thorium 232.04	91 **Pa** protactinium 231.04	92 **U** uranium 238.03	93 **Np** neptunium	94 **Pu** plutonium	95 **Am** americium	96 **Cm** curium	97 **Bk** berkelium	98 **Cf** californium	99 **Es** einsteinium	100 **Fm** fermium	101 **Md** mendelevium	102 **No** nobelium	103 **Lr** lawrencium

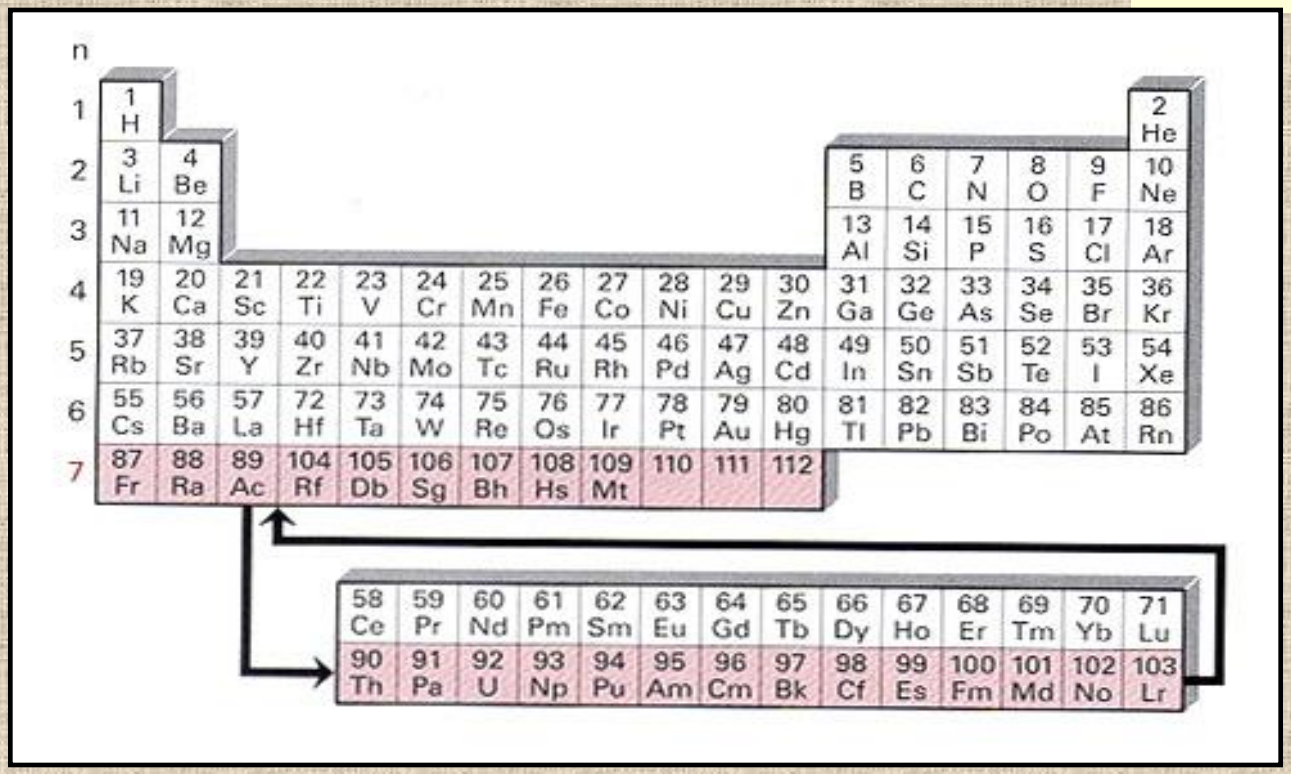
INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 28 November 2016.

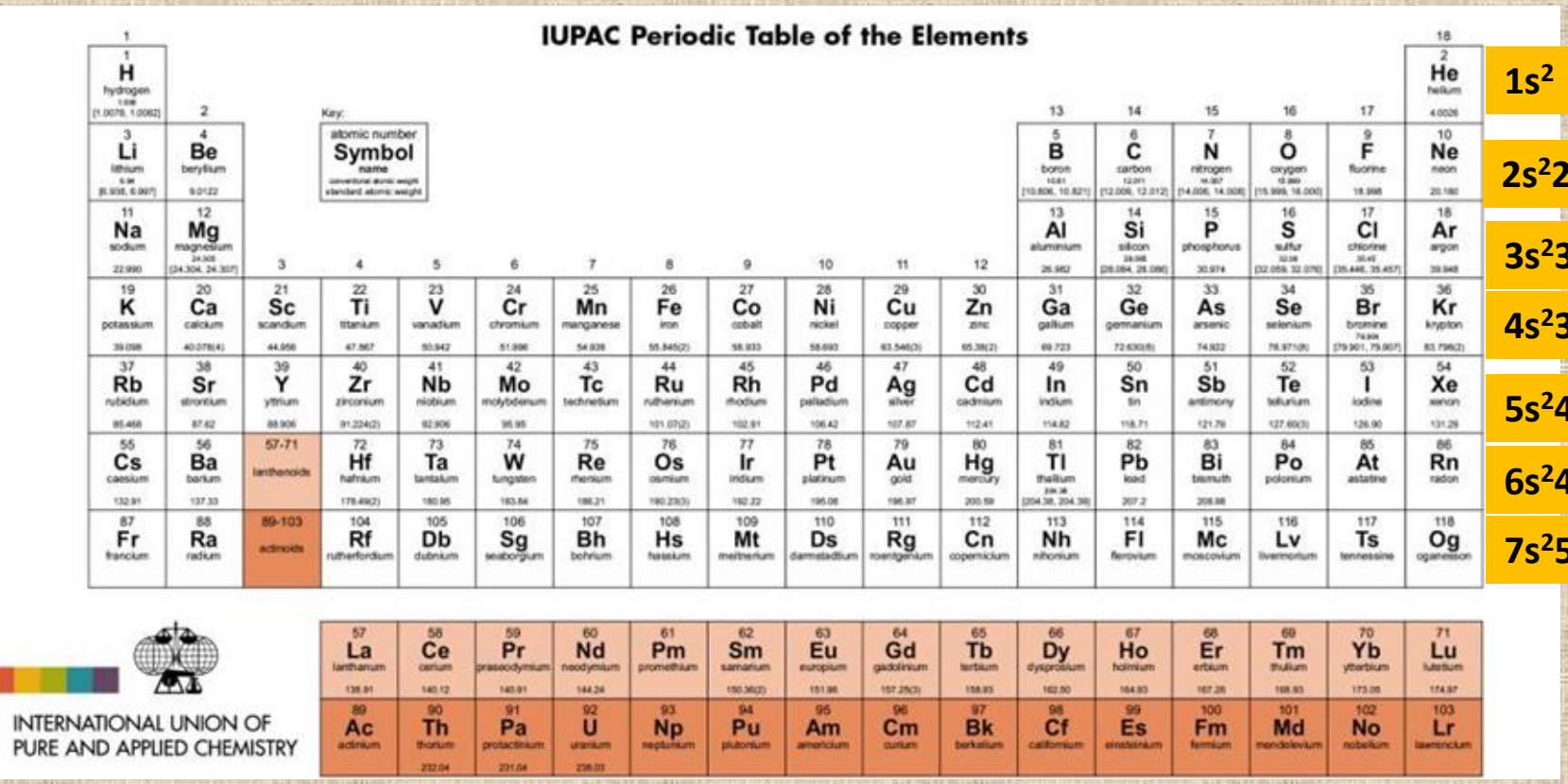
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Περιοδικός Πίνακας και Ηλεκτρονιακή Δόμηση





Δομηση Π.Σ. κατά περιόδους



$1s^2$

$2s^22p^6$

$3s^23p^6$

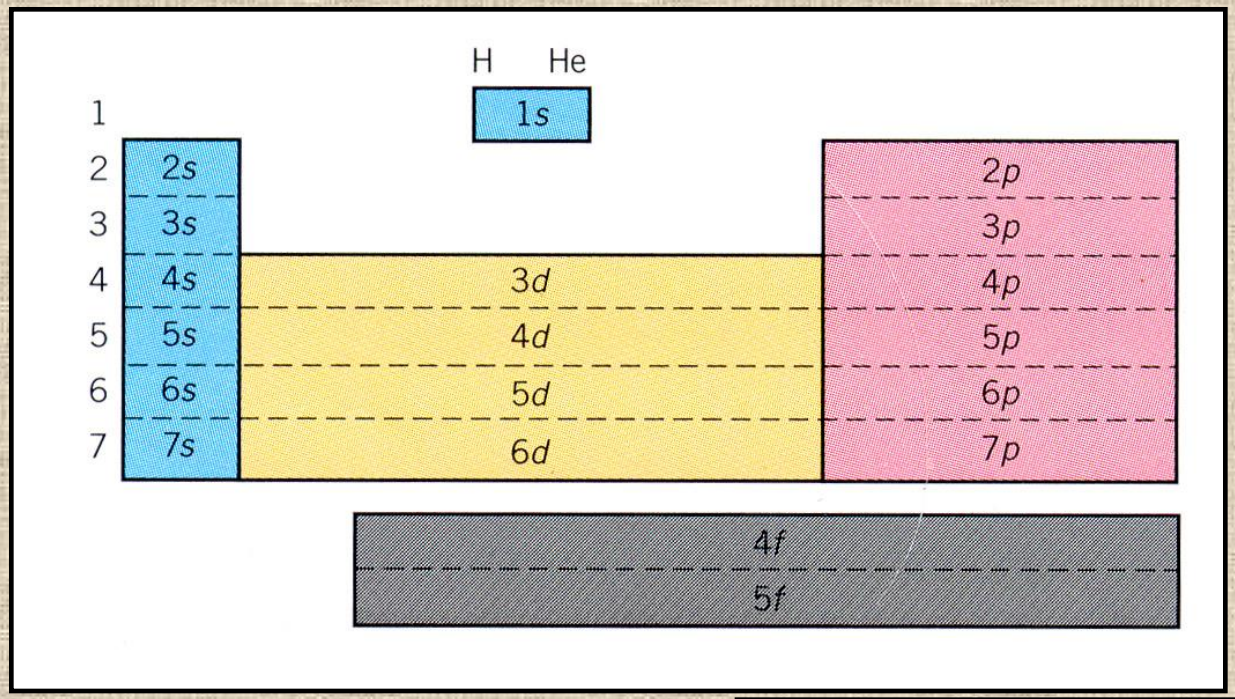
$4s^23d^{10}4p^6$

$5s^24d^{10}5p^6$

$6s^24f^{14}5d^{10}6p^6$

$7s^25f^{14}6d^{10}7p^6$

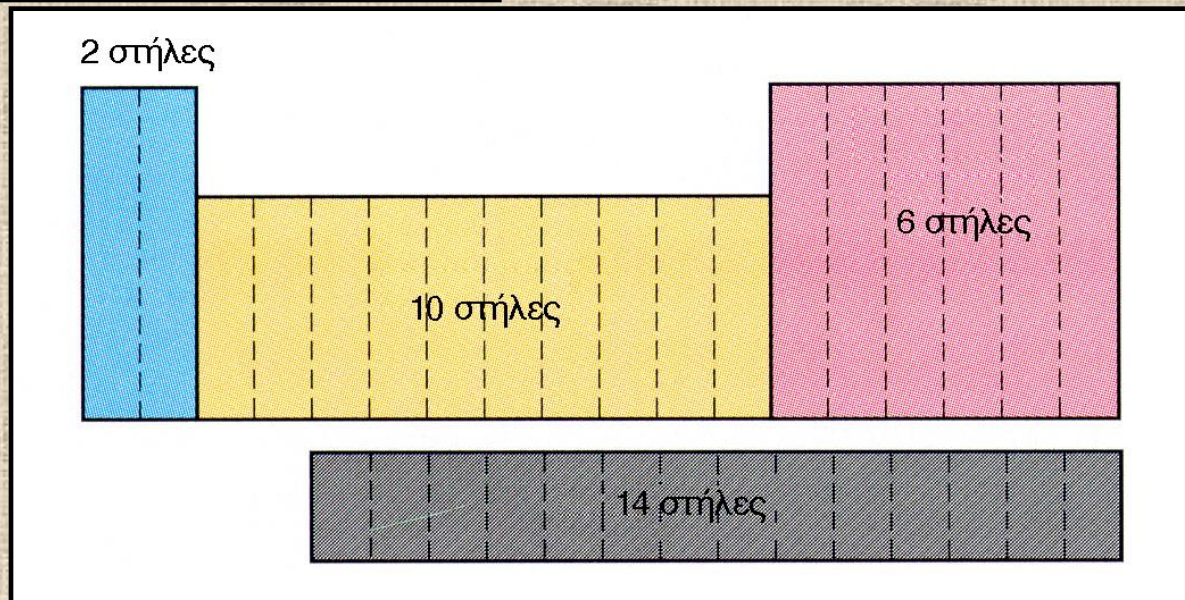
Τομείς Περιοδικού Συστήματος



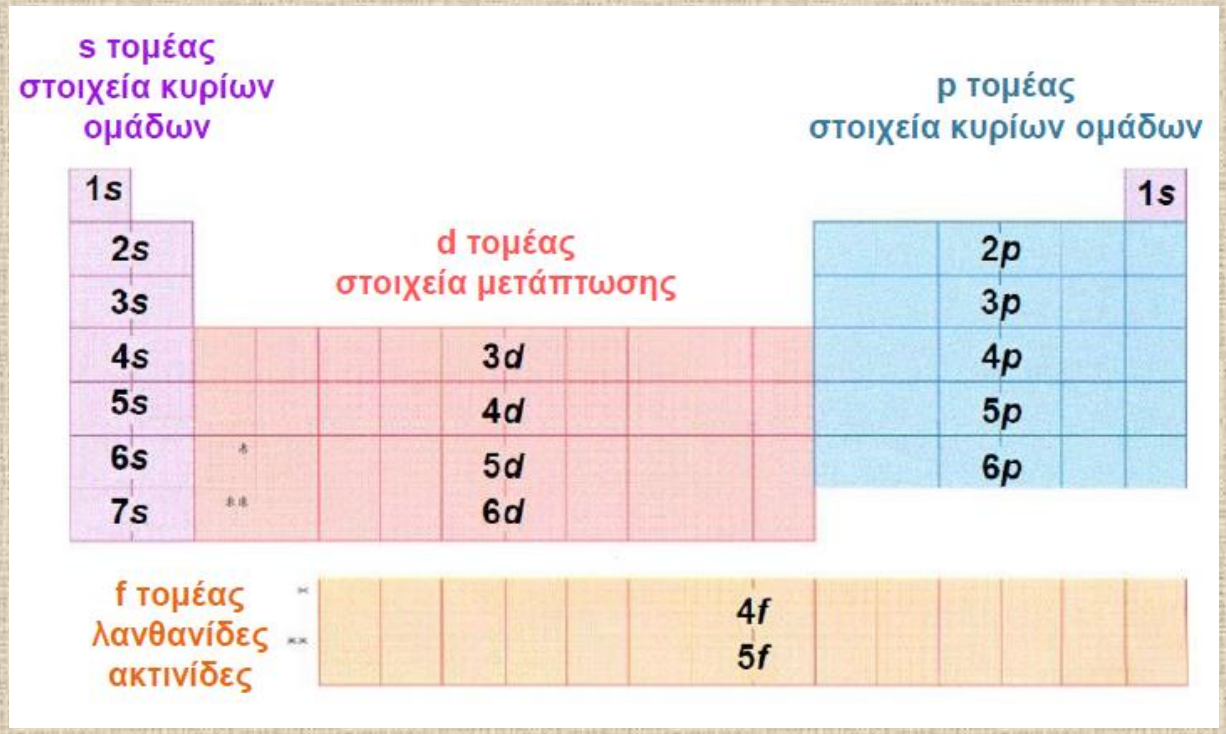
τομέας:

στοιχεία τα οποία έχουν το ίδιο είδος ηλεκτρονίων σθένους (π.χ. s, p, d, f)

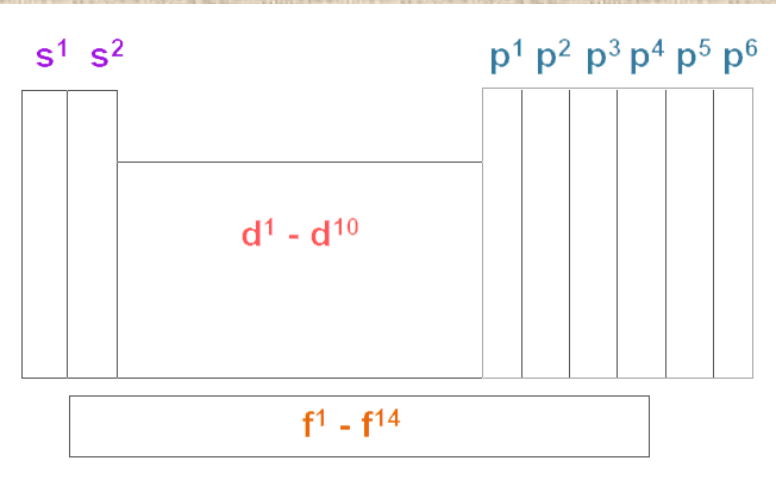
Κάθε τομέας έχει τόσες στήλες όσα είναι και τα αντίστοιχα ηλεκτρόνια σθένους

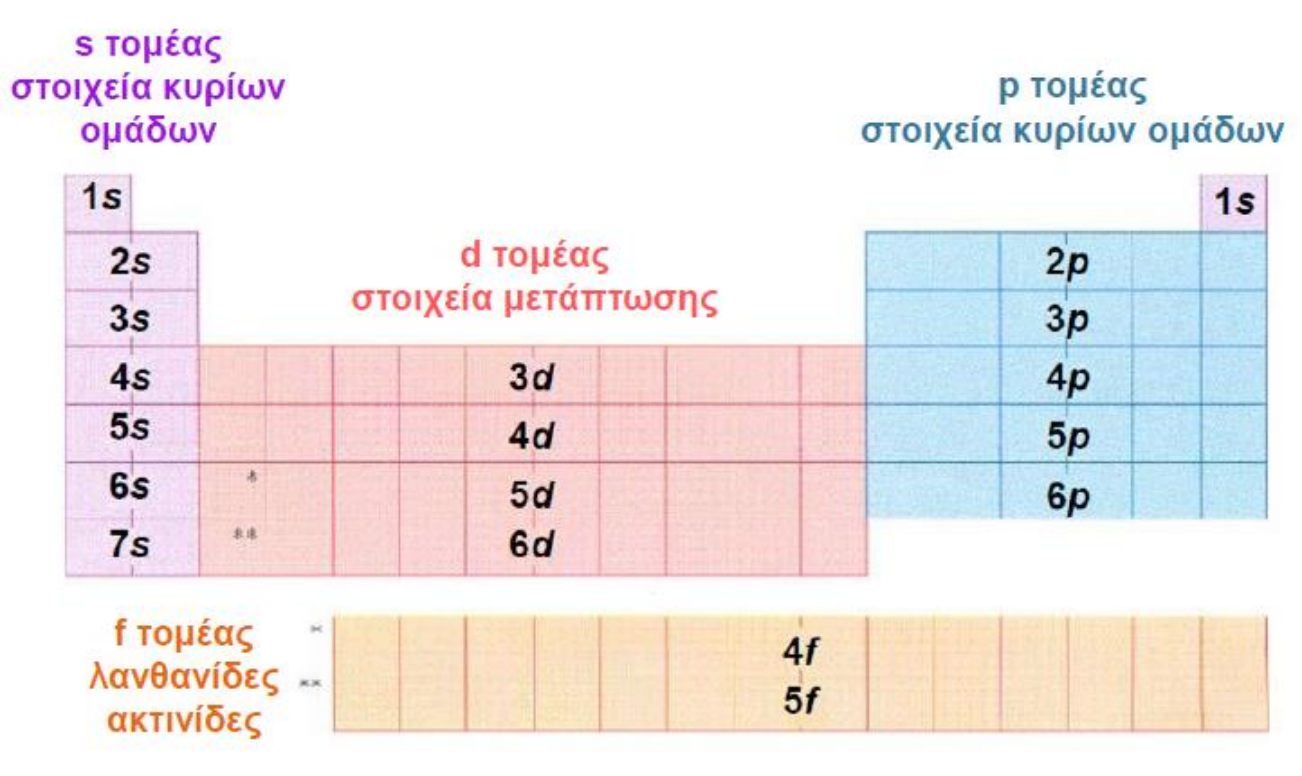


Υποστοιβάδα ηλεκτρονίων σθένους



- **Τομέας s: ns^x**
- **Τομέας p: ns^2np^x**
- **Τομέας d: $(n-1)d^xns^2$**
- **Τομέας f: $(n-2)f^x(n-1)d^1ns^2$**





$_{52}$Te: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^4$

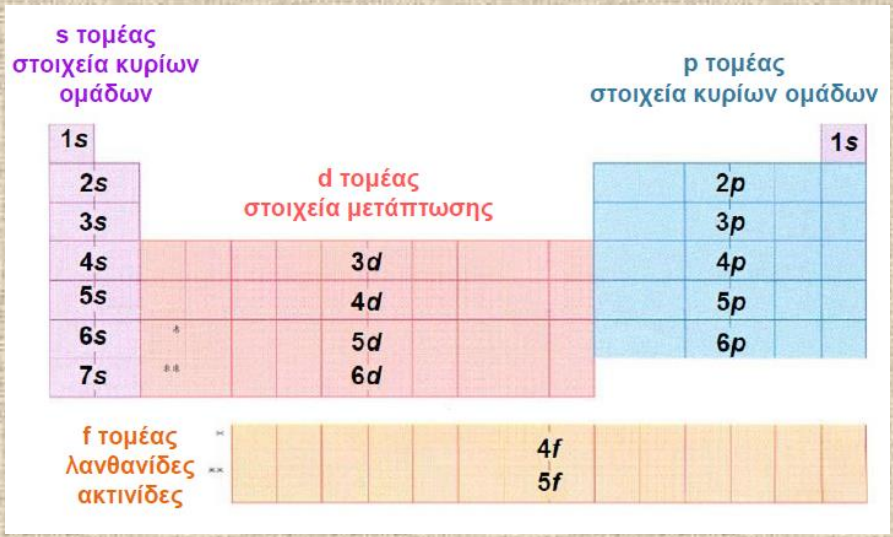
⇓

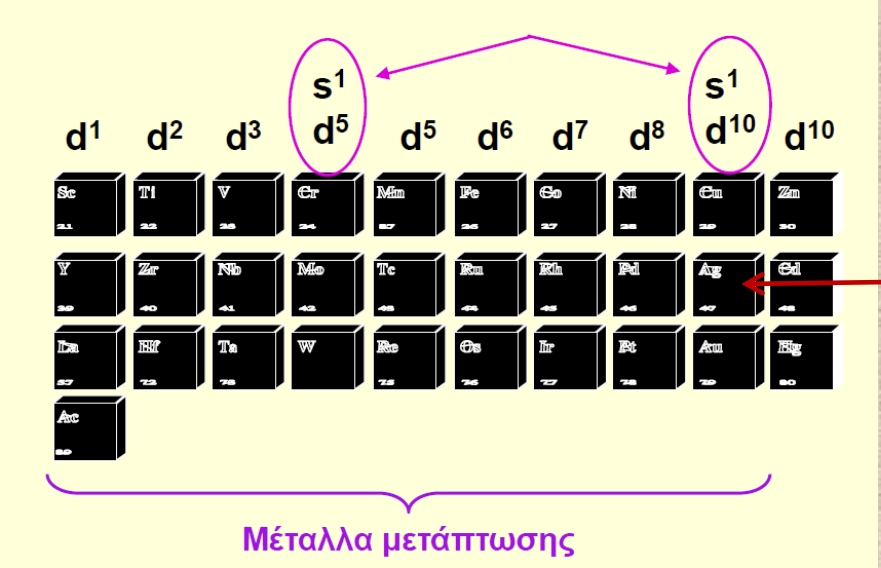
5η περίοδος

p^4 ομάδα

Τομέας d του Περιοδικού Πίνακα

- στοιχειά των οποίων το τελευταίο e- καταλαμβάνει d ατομικά τροχιακά (στοιχεία μεταπτώσεως).
- 10 κύριες ομάδες με ηλεκτρονιακή δόμηση $(n+1)s^2nd^x$, $1 \leq x \leq 10$



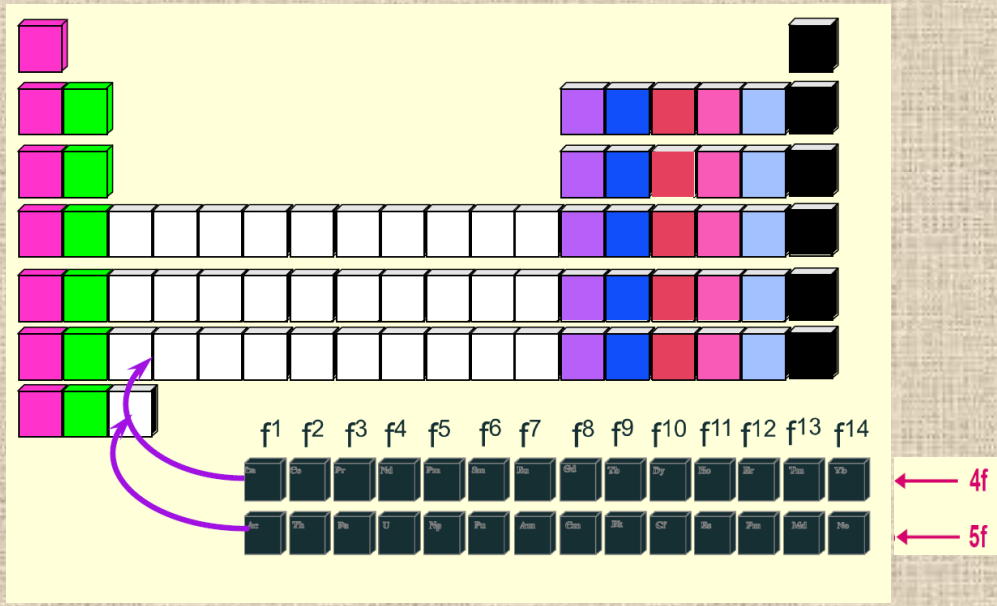


$_{47}Ag$: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^65s^24d^9 \rightarrow 5s^14d^{10}$

τομέας d - ομάδα d^9 - $(n+1)s^1nd^{10}$ - περίοδος 5η

Τομέας f του Περιοδικού Πίνακα

- στοιχειά των οποίων το τελευταίο e- καταλαμβάνει f ατομικά τροχιακά (εσωτερικά στοιχεία μεταπτώσεως)
- 14 κύριες ομάδες με ηλεκτρονιακή δόμηση $ns^2(n-2)f^x$ n = 6, 7



Λανθανίδες: 6η περίοδος, Z = 58 -71

Ηλεκτρονιακή δόμηση: $6s^2 4f^x$ – ημισυμπληρωμένα 4f τροχιακά

La: $[Xe]6s^2 5d^1$ – στοιχείο μετάπτωσης με ιδιότητες όμοιες με τις λανθανίδες

Ακτινίδες: 7η περίοδος, Z= 90 -103.

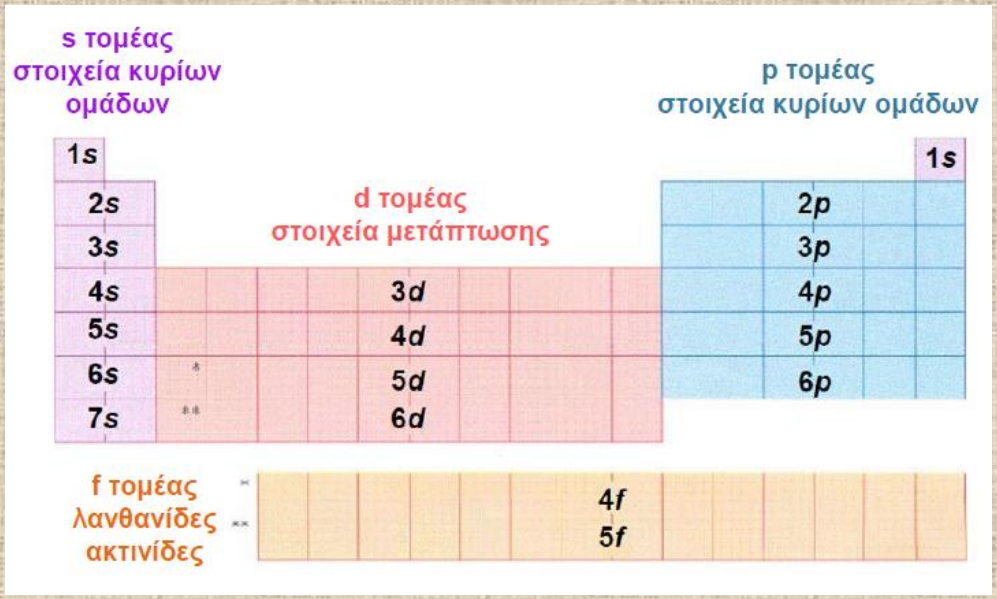
Ηλεκτρονιακή δόμηση: $7s^2 5f^x$ ημισυμπληρωμένα 5f τροχιακά

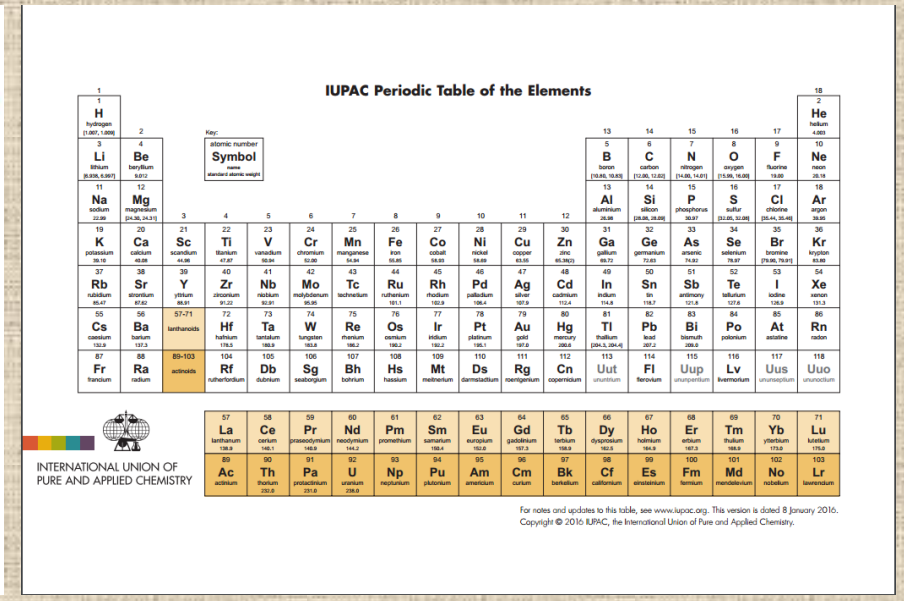
Ac: $[Rn]7s^2 6d^1$ – στοιχείο μετάπτωσης με ιδιότητες όμοιες με τις ακτινίδες

Ποιο ιόν με φορτίο +3 έχει 5 ηλεκτρόνια στην υποστοιβάδα 3d

Ποιο είναι το στοιχείο του οποίου το ιόν με φορτίο +2 έχει την δομή $[Kr]4d^{10}5s^{2}$

Μπορουν 2 διαφορετικά άτομα να είναι ισοηλεκτρονικά?



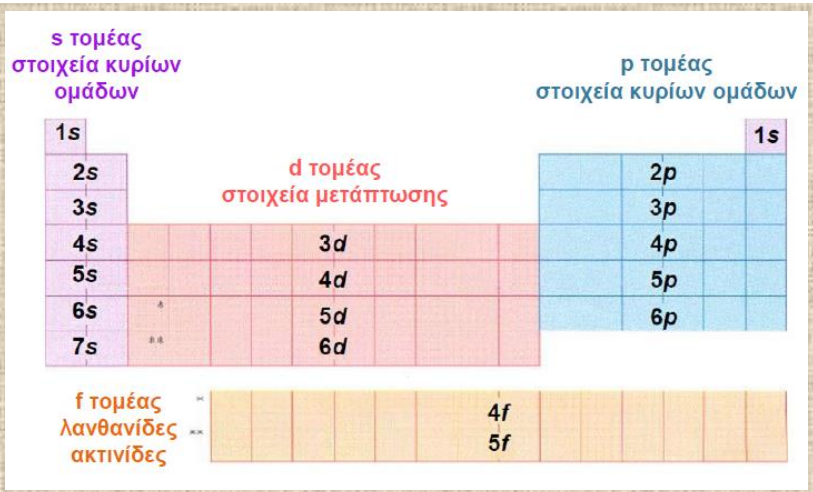


Ποια θέση θα κατέχει το στοιχείο με Z=118, αν η 7η Περίοδος προβλέπεται να έχει τον ίδιο αριθμό στοιχείων με την 6η.

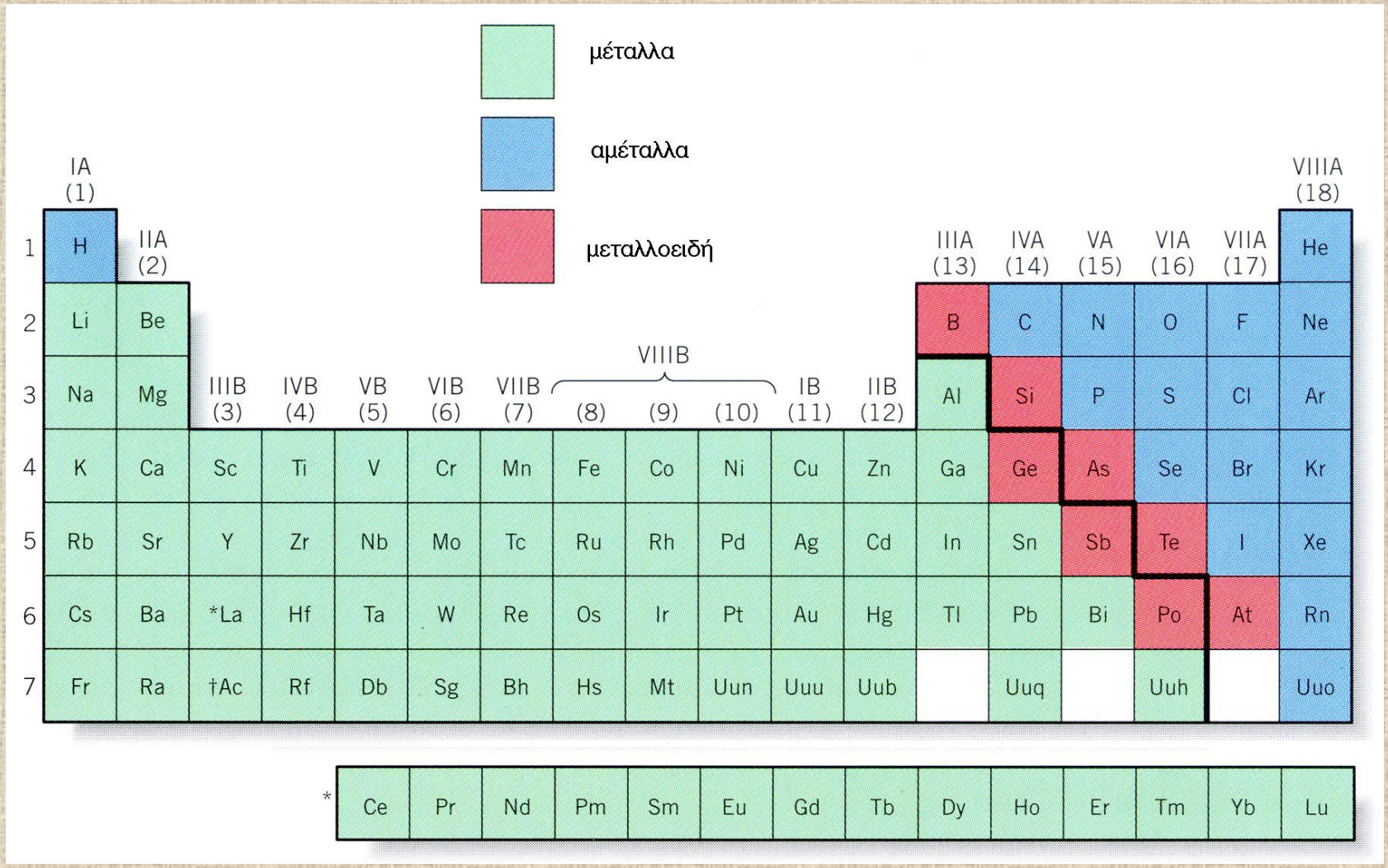
Ποια προβλέπεται να είναι η φυσική κατάσταση, η χημική δραστικότητα και η εξωτερική ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου.

Με ποια από τα γνωστά στοιχεία θα μοιάζει το στοιχείο με Z=119.

Ένα ιόν M^{2+} στοιχείου μετάπτωσης έχει τέσσερα ηλεκτρόνια στον υποφλοιό 4d. Ποιο είναι το στοιχείο M;



Μεταλλικός χαρακτήρας



Αύξηση

Ελάττωση

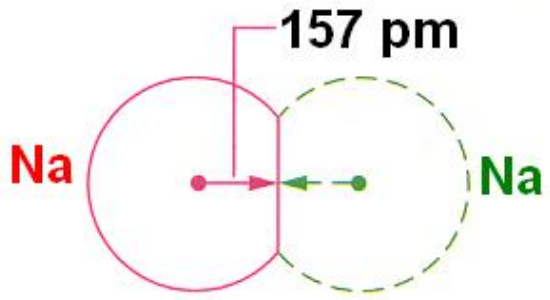
Ιδιότητες Μετάλλων και Αμετάλλων

ΜΕΤΑΛΛΑ	ΑΜΕΤΑΛΛΑ
ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
1. Υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα	1. Μη αγώγιμα (εξαιρείται ο γραφίτης)
2. Υψηλή θερμική αγωγιμότητα	2. Θερμικοί μονωτές (εκτός από το διαμάντι)
3. Είναι στερεά (εκτός από τον Hg)	3. Είναι στερεά, υγρά ή αέρια
4. Έχουν μεταλλική λάμψη	4. Δεν έχουν μεταλλική λάμψη
5. Είναι ελατά και όλκιμα	5. Θραύονται όταν είναι στερεά
ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
1. Σχηματίζουν κατιόντα	1. Σχηματίζουν ανιόντα
2. Σχηματίζουν ιοντικές ενώσεις με αμέταλλα	2. Σχηματίζουν ιοντικές ενώσεις με μέταλλα (πλην των ευγενών αερίων)
3. Ενώνονται μεταξύ τους με μεταλλικό δεσμό, σχηματίζοντας μεταλλικά πλέγματα	3. Ενώνονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς

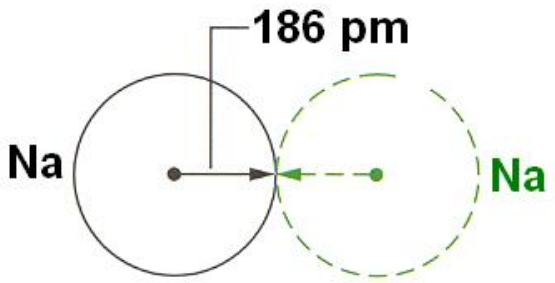
Ατομική ακτίνα:

απόσταση από το κέντρο του πυρήνα μέχρι το όριο του ηλεκτρονιακού νέφους

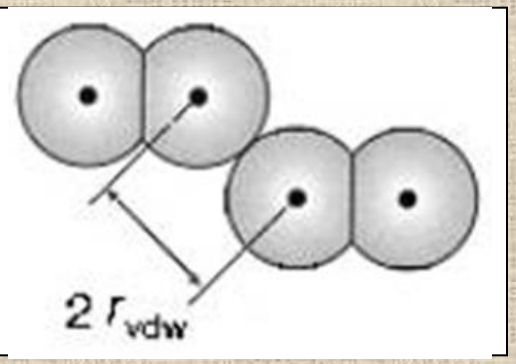
Ομοιοπολική ακτίνα:
το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων του ιδίου στοιχείου, ενωμένων με απλό δεσμό

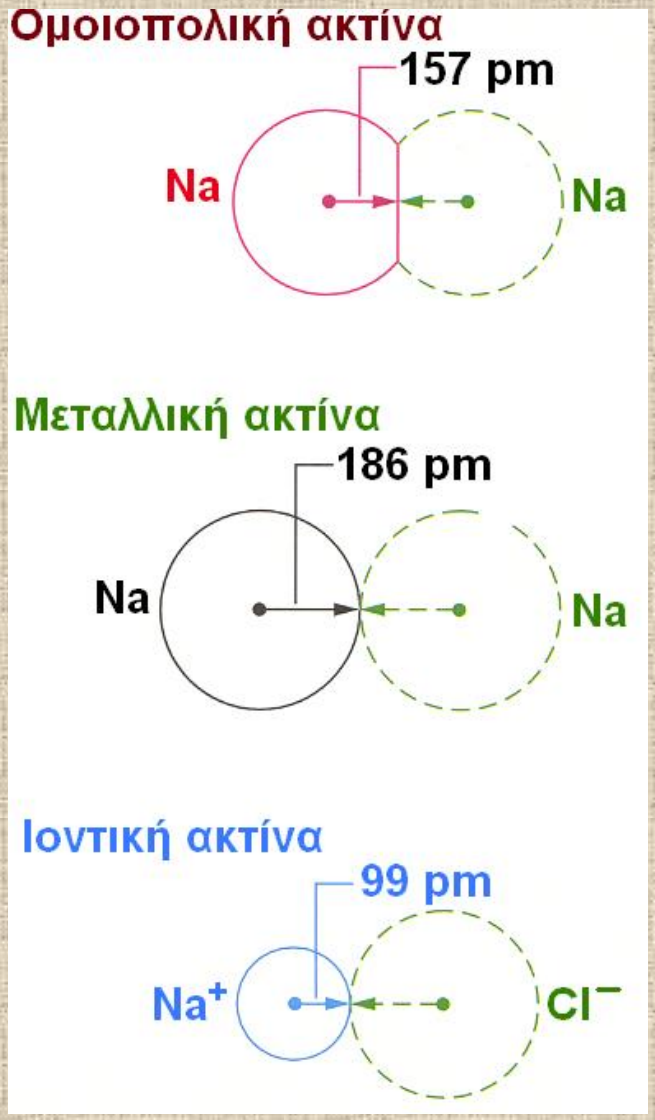


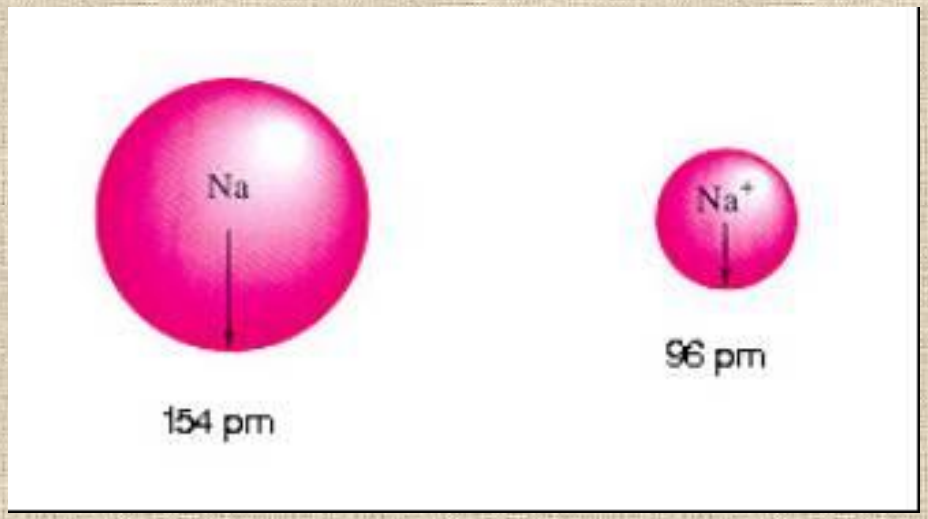
Μεταλλική ακτίνα:
το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων στο μεταλλικό πλέγμα

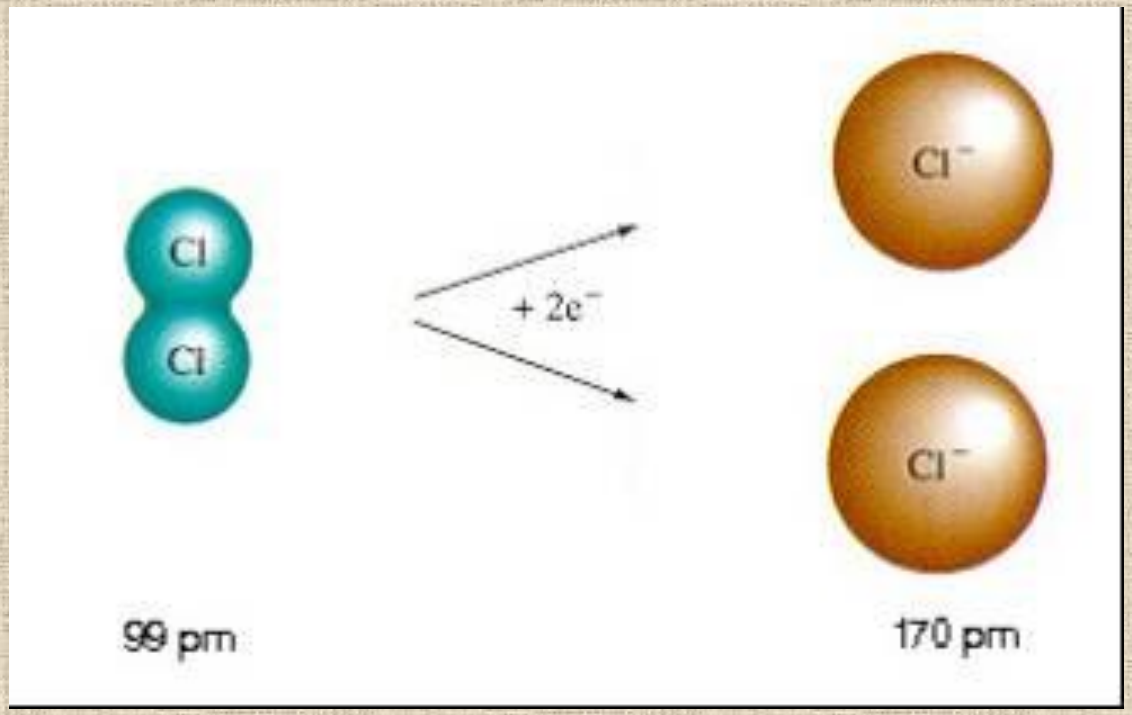


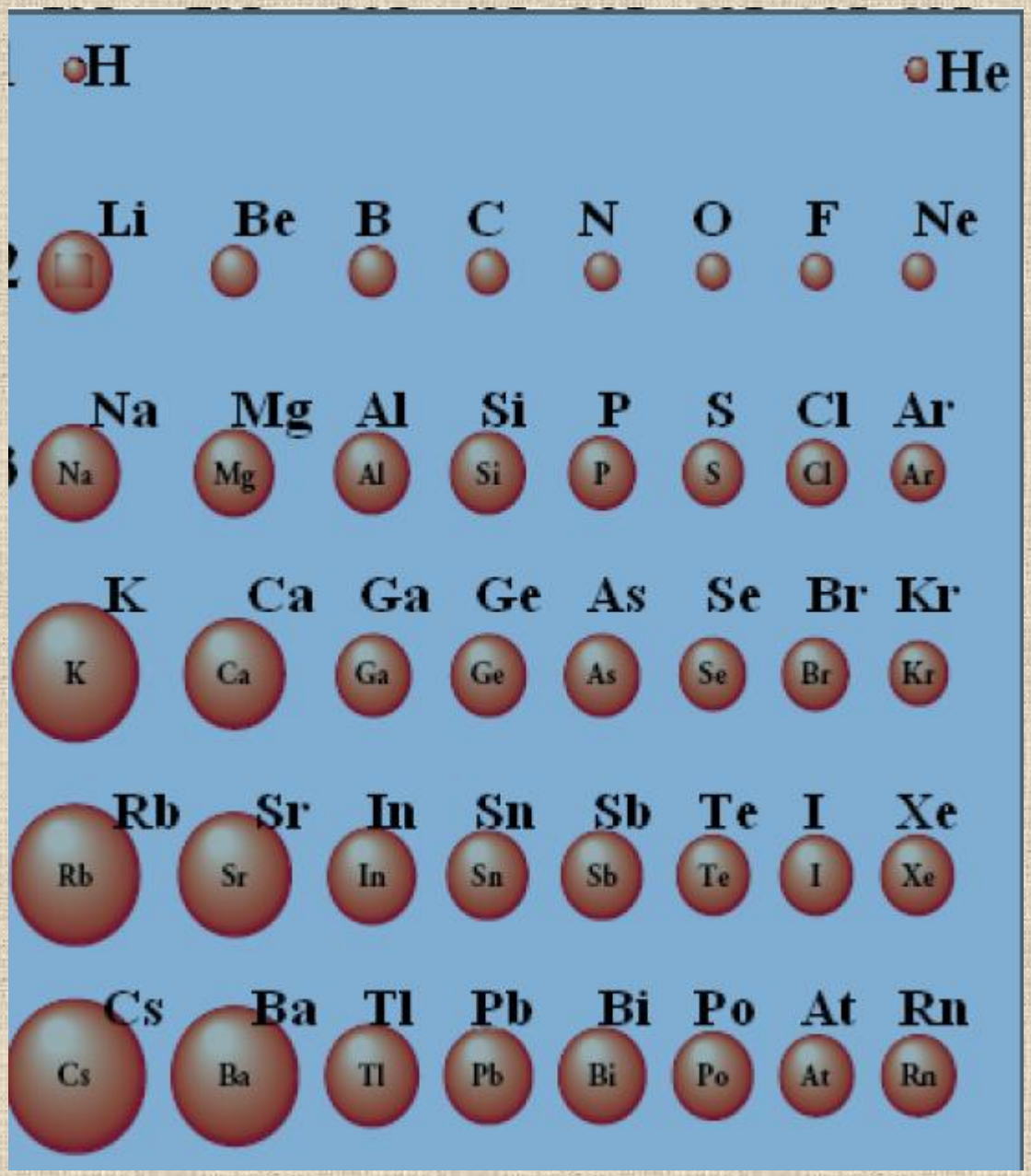
Ακτίνα Van der Waals
το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων του ιδίου στοιχείου, που εφάπτονται χωρίς να συνδέονται με ομοιοπολικό δεσμό




Ομοιοπολική ακτίνα
157 pm
Na
Na
Μεταλλική ακτίνα
186 pm
Na
Na
Ιοντική ακτίνα
99 pm
Na+
Cl−


Na
Na+
96 pm
154 pm


Cl
Cl
+ 2e−
Cl−
Cl−
99 pm
170 pm



Γενικές τάσεις μεταβολής ατομικής ακτίνας:

- **στην ίδια περίοδο, η ατομική ακτίνα μειώνεται από αριστερά προς δεξιά**
- **στην ίδια ομάδα, η ατομική ακτίνα αυξάνεται από επάνω προς τα κάτω**

Ατομική ακτίνα

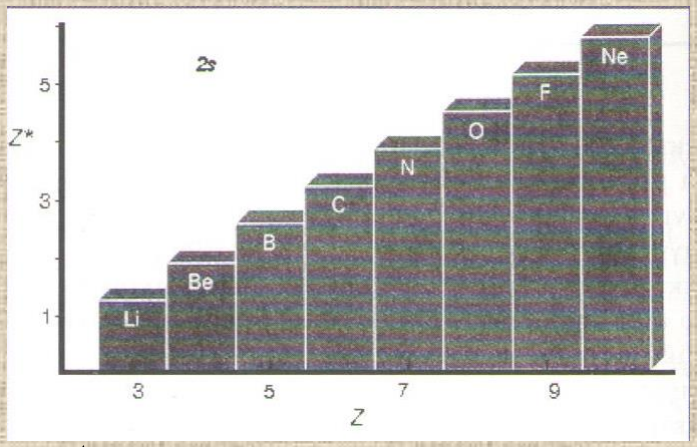
$$r = n^{*2}\, \alpha_o \,/\, Z^*$$

n^* : δραστικός κβαντικός αριθμός τελευταίου ηλεκτρονίου

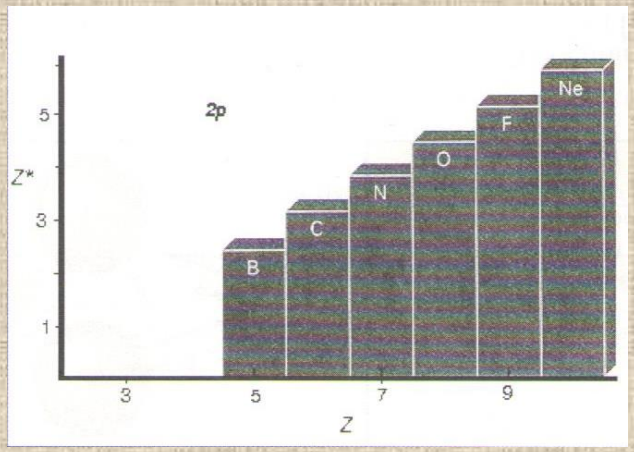
n	1	2	3	4	5	6
n*	1,0	2,0	3,0	3,7	4,0	4,2

α_o : ακτίνα Bohr (53 pm)

Z^* : δραστικό πυρηνικό φορτίο του τελευταίου ηλεκτρονίου
υπολογίζεται με βάση τους κανόνες του Slater



$$r = n^{*2}\,\alpha_o / Z^*$$

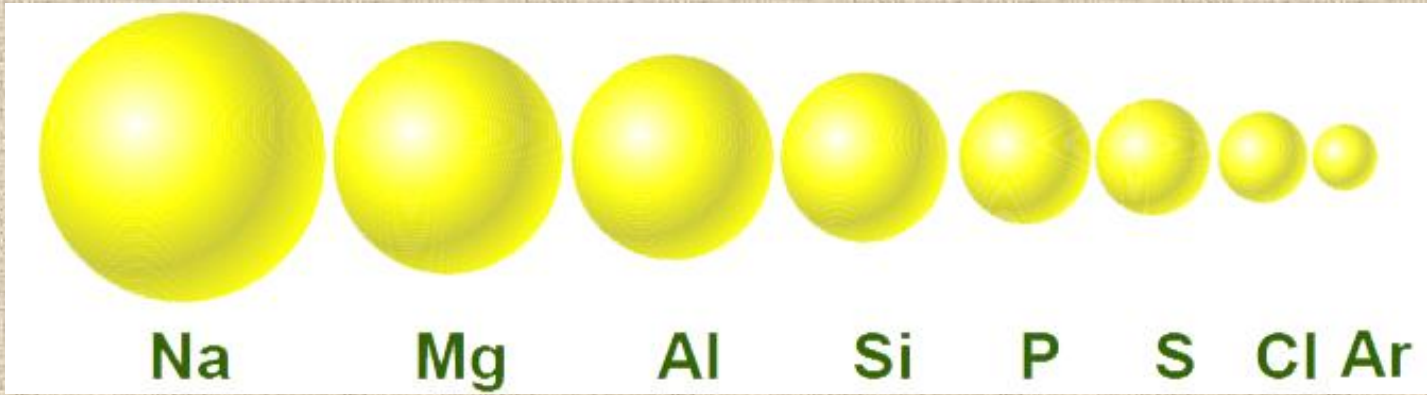


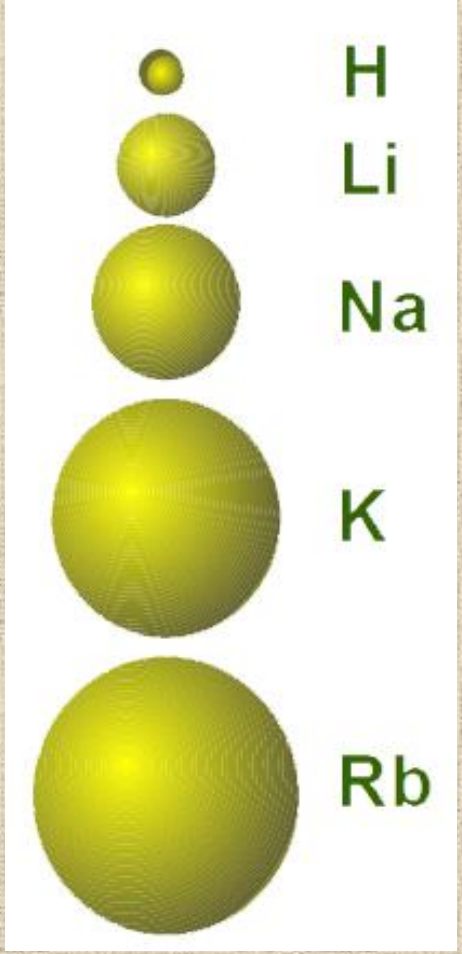
Κατά μήκος μιας περιόδου:

τα ηλεκτρόνια προστίθενται στην ίδια στιβάδα (n: σταθερό)

αυξάνει το δραστικό πυρηνικό φορτίο, Z*

τα ηλεκτρόνια έλκονται ισχυρότερα από τον πυρήνα με συνέπεια να μειώνεται το μέγεθός τους





$$r = n^{*2}\, \alpha_o \,/\, Z^*$$

Κατά μήκος μιας ομάδας:

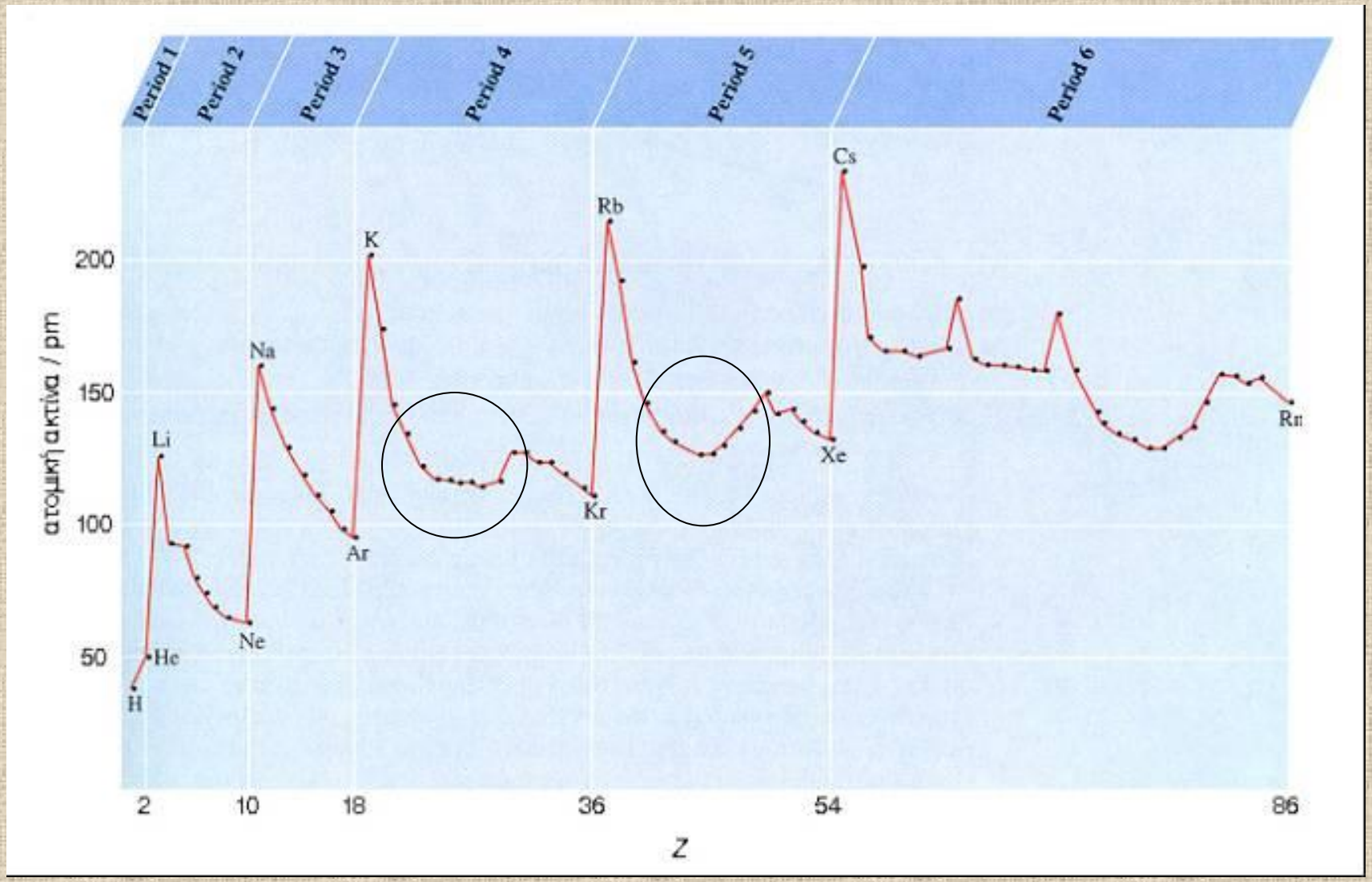
Z^* : περίπου σταθερό

n : αυξάνεται

↓

αυξάνεται η απόσταση του τελευταίου ηλεκτρονίου από το κέντρο του πυρήνα

Περιοδικότητα ατομικής ακτίνας



Κατά μήκος μιας σειράς στοιχείων μεταπτώσεως, η ατομική ακτίνα:

αρχικά ελαττώνεται σημαντικά επειδή αυξάνεται το Z^*

στη συνέχεια ελαττώνεται ελαφρά

προς το τέλος της σειράς αυξάνεται

τοποθετούνται ηλεκτρόνια στα εσωτερικά d τροχιακά

↓

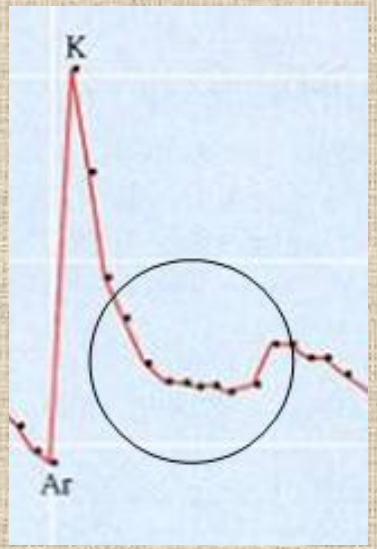
αυξάνεται η θωράκιση των εξωτερικών s ηλεκτρονίων

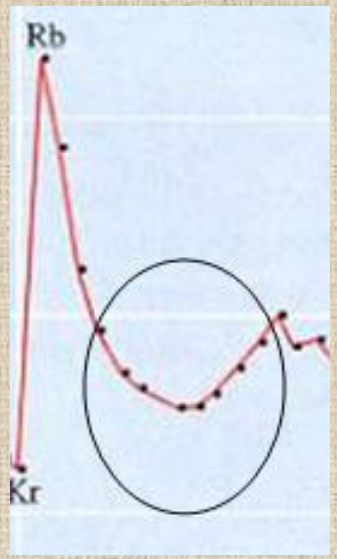
↓

μειώνεται το Z^* και επομένως η έλξη του πυρήνα

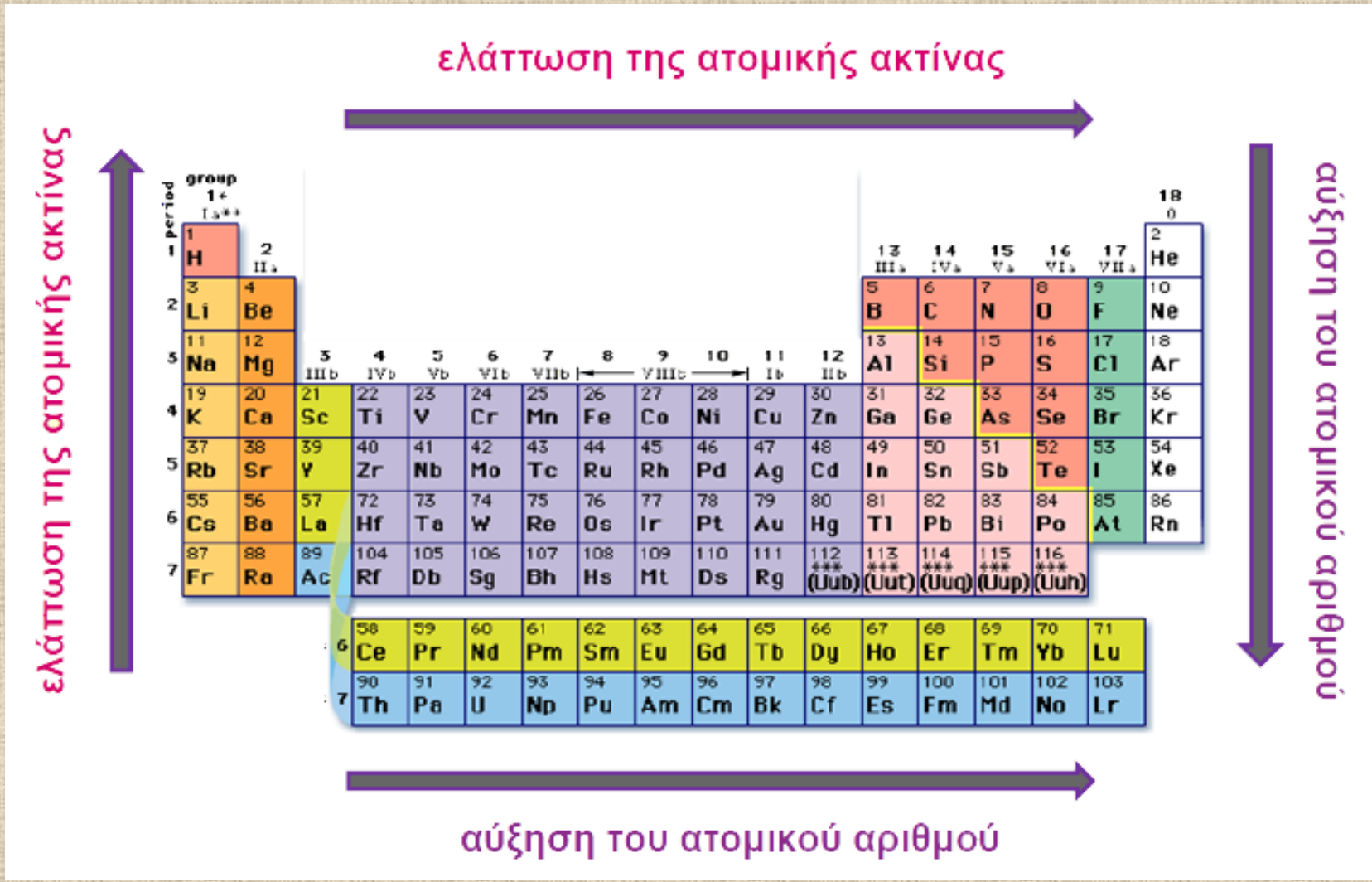
↓

αυξάνεται η ακτίνα





Περιοδικότητα ατομικής ακτίνας



Να καταταγούν τα στοιχεία F, S και Cl κατά σειρά αυξανόμενης ακτίνας.

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key: atomic number **Symbol** name standard atomic weight

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 **H** hydrogen [1.007, 1.009]																	2 **He** helium 4.003
3 **Li** lithium [6.938, 6.997]	4 **Be** beryllium 9.012											5 **B** boron [10.80, 10.83]	6 **C** carbon [12.00, 12.02]	7 **N** nitrogen [14.00, 14.01]	8 **O** oxygen [15.99, 16.00]	9 **F** fluorine 19.00	10 **Ne** neon 20.18
11 **Na** sodium 22.99	12 **Mg** magnesium [24.30, 24.31]											13 **Al** aluminium 26.98	14 **Si** silicon [28.08, 28.09]	15 **P** phosphorus 30.97	16 **S** sulfur [32.05, 32.08]	17 **Cl** chlorine [35.44, 35.46]	18 **Ar** argon 39.95
19 **K** potassium 39.10	20 **Ca** calcium 40.08	21 **Sc** scandium 44.96	22 **Ti** titanium 47.87	23 **V** vanadium 50.94	24 **Cr** chromium 52.00	25 **Mn** manganese 54.94	26 **Fe** iron 55.85	27 **Co** cobalt 58.93	28 **Ni** nickel 58.69	29 **Cu** copper 63.55	30 **Zn** zinc 65.38(2)	31 **Ga** gallium 69.72	32 **Ge** germanium 72.63	33 **As** arsenic 74.92	34 **Se** selenium 78.97	35 **Br** bromine [79.90, 79.91]	36 **Kr** krypton 83.80
37 **Rb** rubidium 85.47	38 **Sr** strontium 87.62	39 **Y** yttrium 88.91	40 **Zr** zirconium 91.22	41 **Nb** niobium 92.91	42 **Mo** molybdenum 95.95	43 **Tc** technetium	44 **Ru** ruthenium 101.1	45 **Rh** rhodium 102.9	46 **Pd** palladium 106.4	47 **Ag** silver 107.9	48 **Cd** cadmium 112.4	49 **In** indium 114.8	50 **Sn** tin 118.7	51 **Sb** antimony 121.8	52 **Te** tellurium 127.6	53 **I** iodine 126.9	54 **Xe** xenon 131.3
55 **Cs** caesium 132.9	56 **Ba** barium 137.3	57-71 lanthanoids	72 **Hf** hafnium 178.5	73 **Ta** tantalum 180.9	74 **W** tungsten 183.8	75 **Re** rhenium 186.2	76 **Os** osmium 190.2	77 **Ir** iridium 192.2	78 **Pt** platinum 195.1	79 **Au** gold 197.0	80 **Hg** mercury 200.6	81 **Tl** thallium [204.3, 204.4]	82 **Pb** lead 207.2	83 **Bi** bismuth 209.0	84 **Po** polonium	85 **At** astatine	86 **Rn** radon
87 **Fr** francium	88 **Ra** radium	89-103 actinoids	104 **Rf** rutherfordium	105 **Db** dubnium	106 **Sg** seaborgium	107 **Bh** bohrium	108 **Hs** hassium	109 **Mt** meitnerium	110 **Ds** darmstadtium	111 **Rg** roentgenium	112 **Cn** copernicium	113 **Uut** ununtrium	114 **Fl** flerovium	115 **Uup** ununpentium	116 **Lv** livermorium	117 **Uus** ununseptium	118 **Uuo** ununoctium

57 **La** lanthanum 138.9	58 **Ce** cerium 140.1	59 **Pr** praseodymium 140.9	60 **Nd** neodymium 144.2	61 **Pm** promethium	62 **Sm** samarium 150.4	63 **Eu** europium 152.0	64 **Gd** gadolinium 157.3	65 **Tb** terbium 158.9	66 **Dy** dysprosium 162.5	67 **Ho** holmium 164.9	68 **Er** erbium 167.3	69 **Tm** thulium 168.9	70 **Yb** ytterbium 173.0	71 **Lu** lutetium 175.0
89 **Ac** actinium	90 **Th** thorium 232.0	91 **Pa** protactinium 231.0	92 **U** uranium 238.0	93 **Np** neptunium	94 **Pu** plutonium	95 **Am** americium	96 **Cm** curium	97 **Bk** berkelium	98 **Cf** californium	99 **Es** einsteinium	100 **Fm** fermium	101 **Md** mendelevium	102 **No** nobelium	103 **Lr** lawrencium

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 8 January 2016.

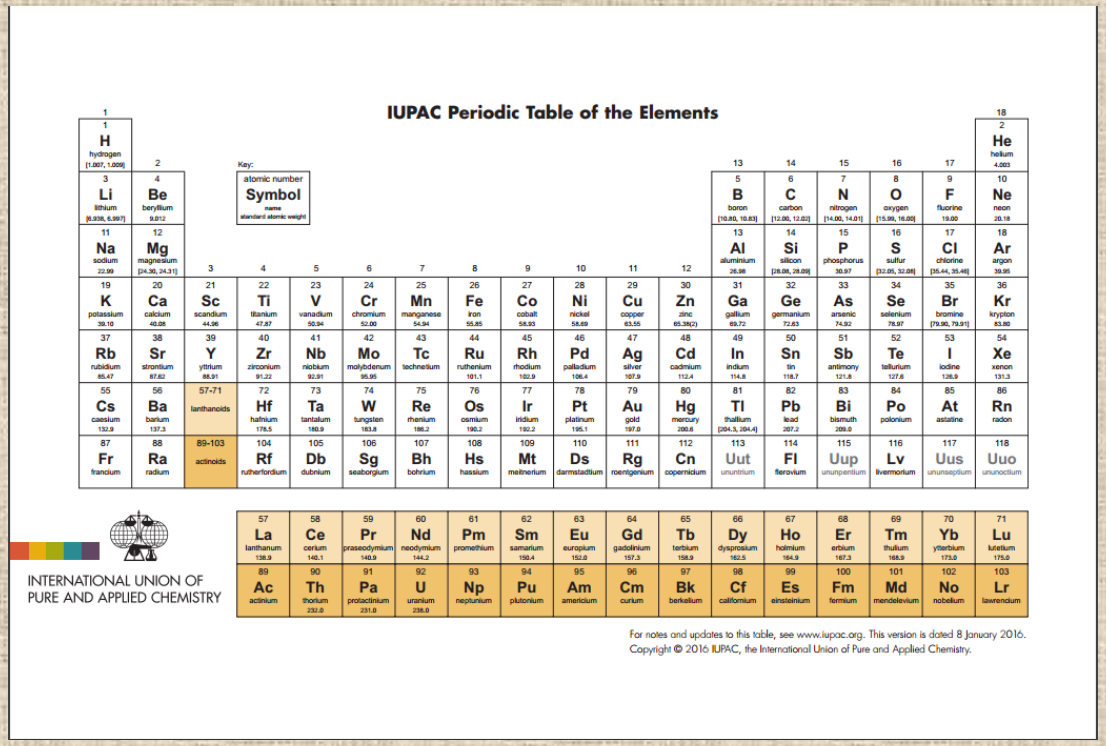
Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Να καταταγούν τα $_{37}Rb^{+}$, $_{39}Y^{3+}$, $_{35}Br^{-}$, $_{36}Kr$, $_{38}Sr^{2+}$, $_{34}Se^{2-}$ κατά σειρά αυξανόμενης ακτίνας

Να υπολογισθεί η ακτίνα του ελευθέρου ατόμου $_{5}B$

Σε ποια από τις παρακάτω τετράδες τα στοιχεία έχουν περίπου την ίδια ακτίνα.

1. F, Cl, Br, I. 2. Li, Be, B, C. 3. Fe, Co, Ni, Cu. 4. Ga, Ge, As, Se.



Ενέργεια ιονισμού (E_i)

Ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_1):

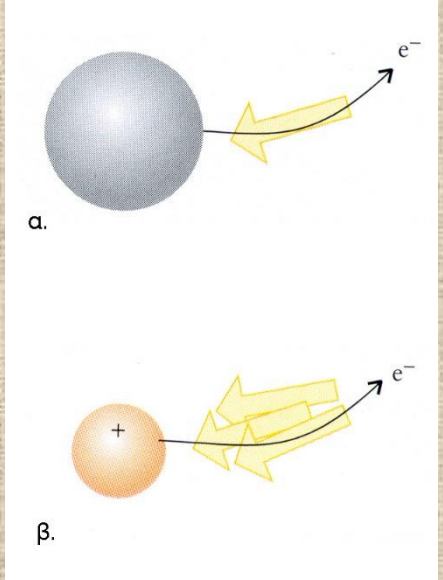
η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση του εξώτερου ηλεκτρονίου από ένα άτομο στη θεμελιώδη κατάσταση και σε αέρια φάση

Ανάλογα ορίζονται οι ενέργειες δεύτερου (E_2), τρίτου (E_3) … ιοντισμού

Ο ιοντισμός είναι ενδόθερμο φαινόμενο

$Ca(g) \rightarrow Ca^{+}(g) + e^{-}$ $\quad E_1 = 589{,}5$ kJ/mol

$Ca^{+}(g) \rightarrow Ca^{2+}(g) + e^{-}$ $\quad E_2 = 1145$ kJ/mol



$$E_{i\,1} = (Z^{*2} / n^{*2})\, E_{i\,H}$$

Κατά μήκος μιας ομάδας:

Z^* : περίπου σταθερό

n : αυξάνεται

↓

E_1 μειώνεται

Κατά μήκος μιας περιόδου:

n : σταθερό

Z^* : αυξάνεται

↓

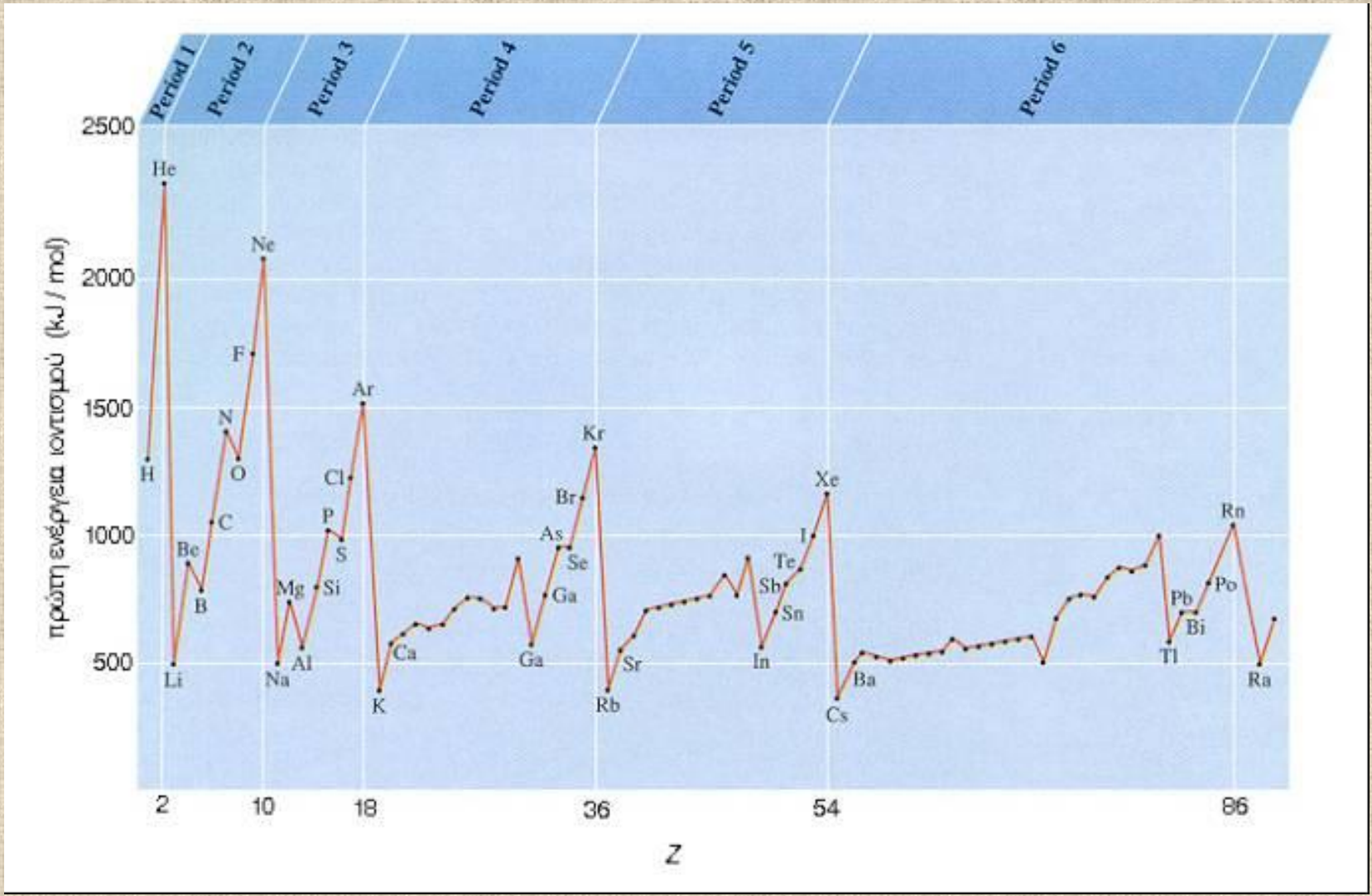
E_1 αυξάνεται

Η ενέργεια ιονισμού μειώνεται:

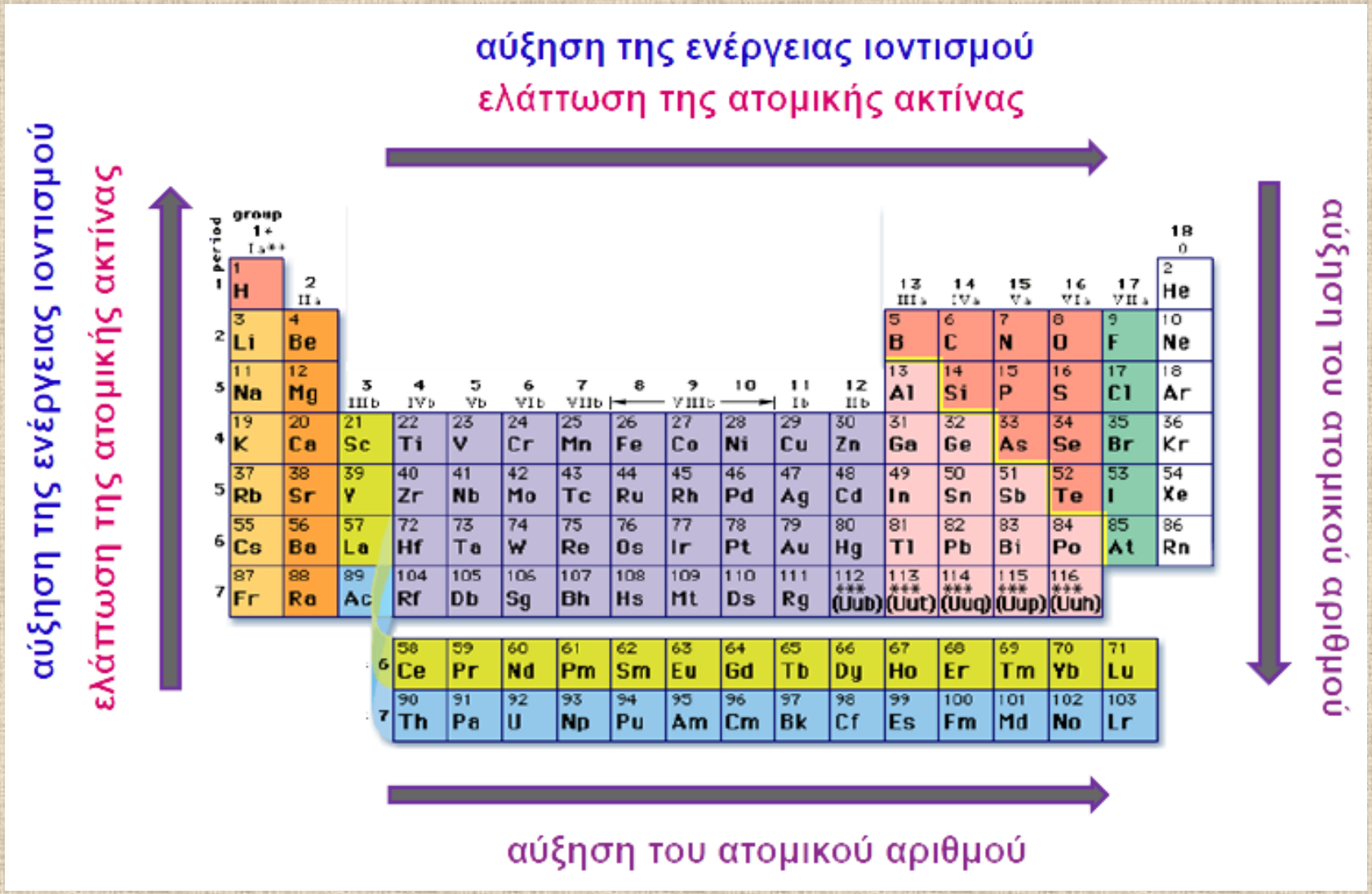
από επάνω προς τα κάτω μέσα σε μια ομάδα

από δεξιά προς αριστερά μέσα σε μια περίοδο

Περιοδικότητα πρώτης ενέργειας ιοντισμού



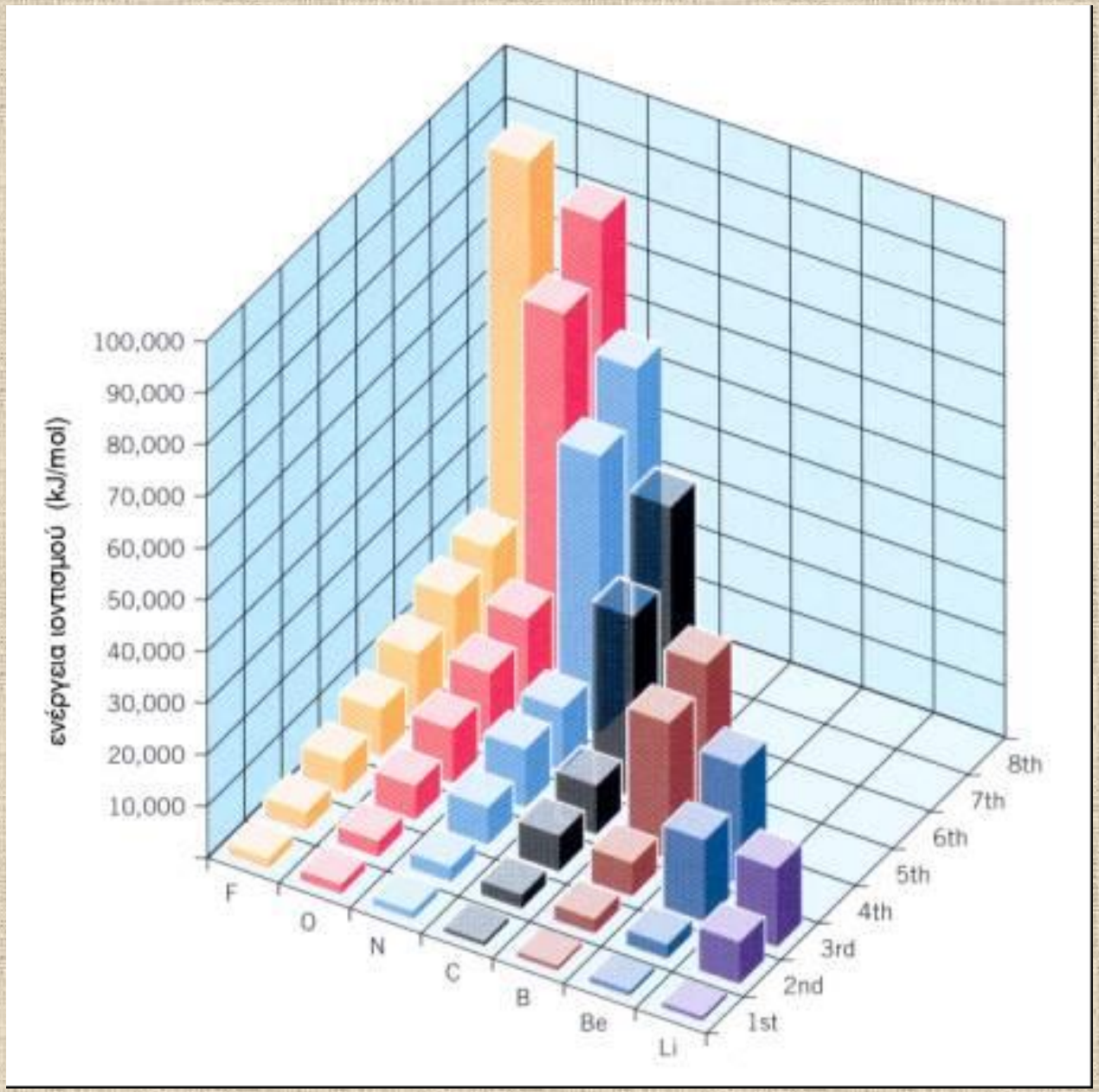
Περιοδικότητα της Ενέργειας Ιοντισμού



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

Στοιχείο	Πρώτη	Δεύτερη	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Έκτη	Εβδόμη
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

Γιατί παρατηρείται απότομη αύξηση στις ενέργειες ιοντισμού στα δεξιά της κλιμακωτής γραμμής



$_{4}Be: 1s^2 2s^2$

$_{7}N: 1s^2 2s^2 2p^3$

$_{9}F: 1s^2 2s^2 2p^5$

Ενθαλπία Δέσμευσης Ηλεκτρονίου (ΔH_{EA}):

η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν ένα ελεύθερο, ουδέτερο και σε αέρια κατάσταση άτομο προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο. Είναι συνήθως εξώθερμο φαινόμενο.

$$\Sigma(g) + e^- \rightarrow \Sigma(g)^-, \quad \Delta H_{EA}$$

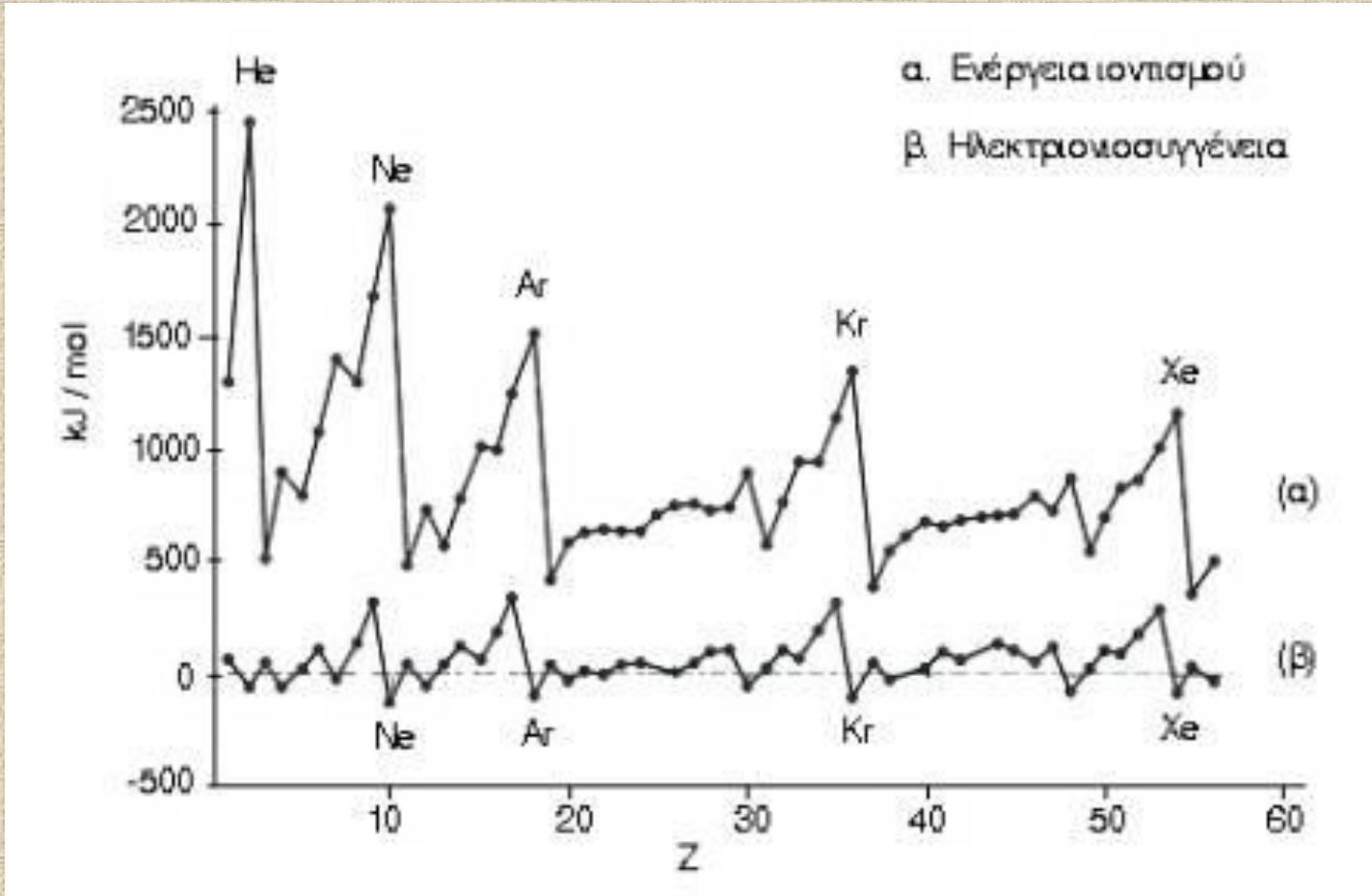
Ηλεκτρονιοσυγγένεια (E_{ea}):

η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από το αρνητικό ιόν του ατόμου στη θεμελιώδη του κατάσταση.

$$\Sigma(g)^- \rightarrow \Sigma(g) + e^-, \quad \Delta H = E_{ea}$$

$$E_{ea} = - \Delta H_{EA}$$

Περιοδικότητα Ηλεκτρονιοσυγγένειας



E_{ea} : αυξάνεται με την αύξηση του δραστικού πυρηνικού φορτίου άρα από αριστερά προς τα δεξιά σε μία περίοδο.

E_{ea} : αυξάνεται με την μείωση του δραστικού κύριου κβαντικού αριθμού (n*) άρα από κάτω προς τα πάνω σε μία ομάδα.

Ηλεκτραρνητικότητα (χ)

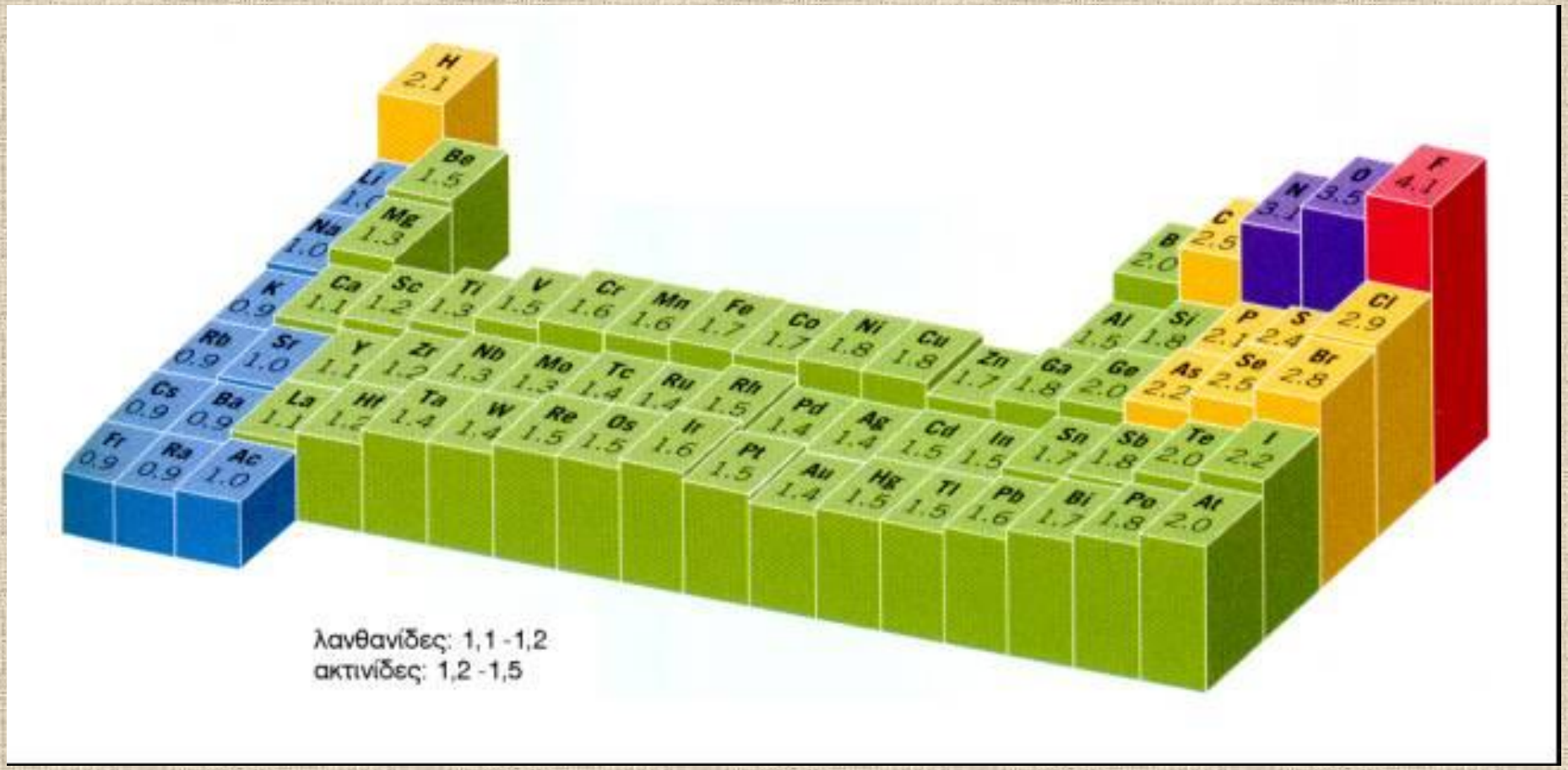
Εμπειρικό μέτρο της τάσης που έχει το άτομο ενός *μορίου* να έλκει προς το μέρος του ηλεκτρόνια (Pauling, 1932)

$$X_A - X_B = 0{,}102\sqrt{D_{AB} - \sqrt{D_{AA} \times D_{BB}}}$$

Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Ba 1,0	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5
Cs 0,7						

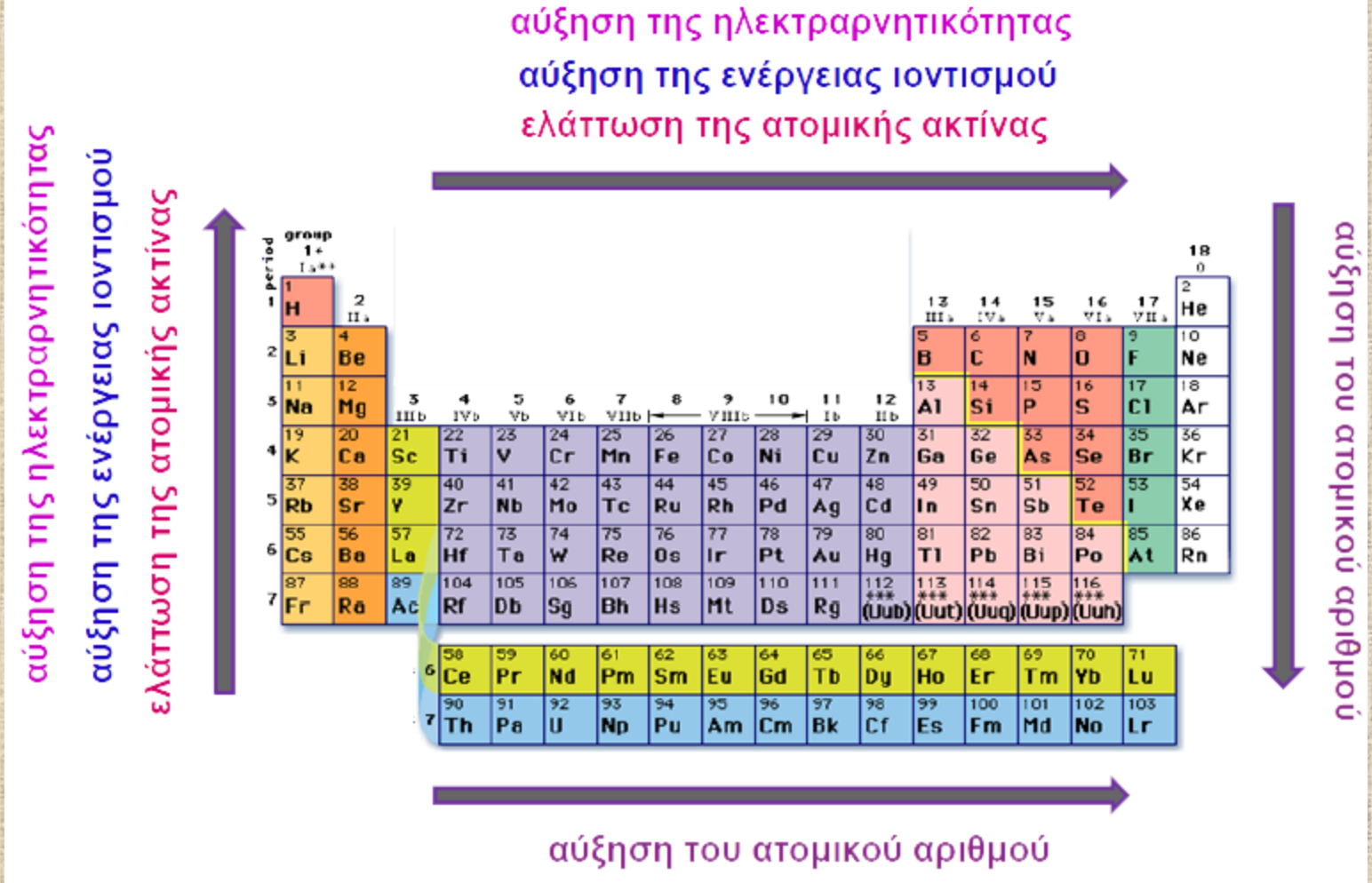
Η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται:

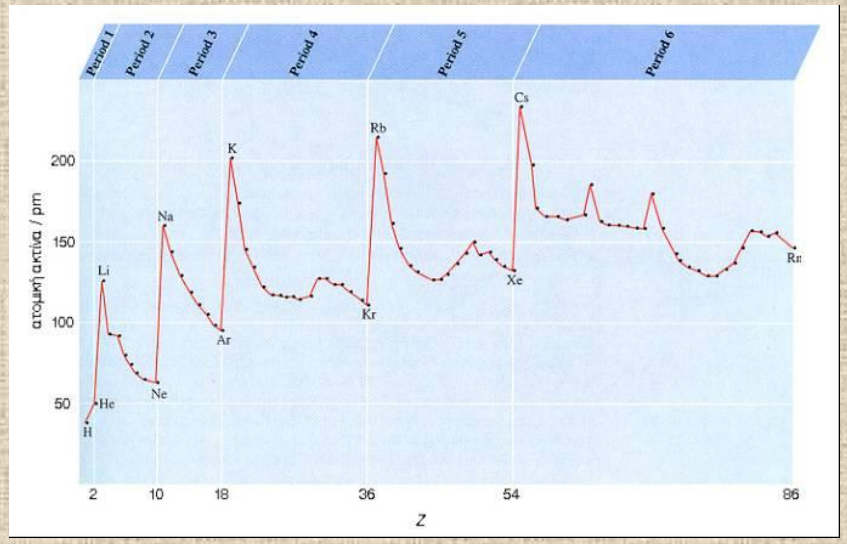
- **από κάτω προς τα πάνω μέσα σε μία ομάδα**
- **από αριστερά προς τα δεξιά μέσα σε μία περίοδο**



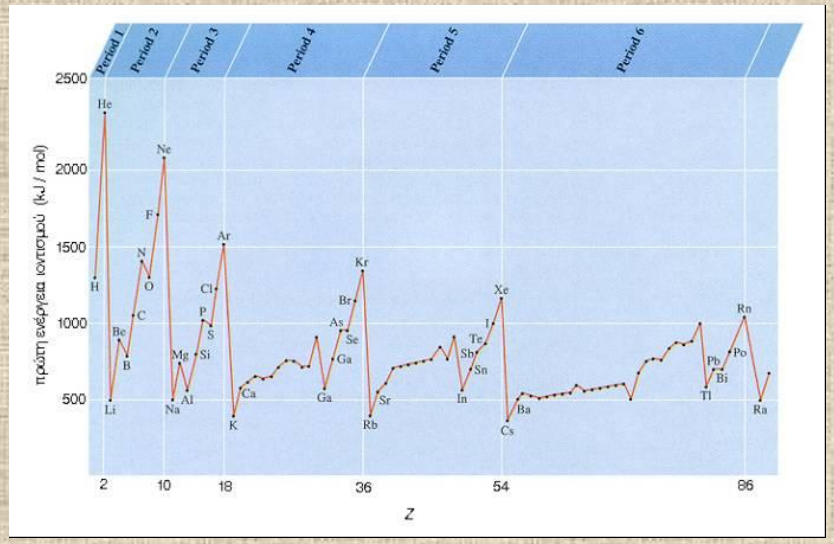
Ποια στοιχεία ικανοποιούν τα παρακάτω:

α) μεγαλύτερη ατομική ακτίνα, β) στοιχείο μεταπτώσεως με μικρότερη ατομική ακτίνα, γ) μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιονισμού, δ) μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα

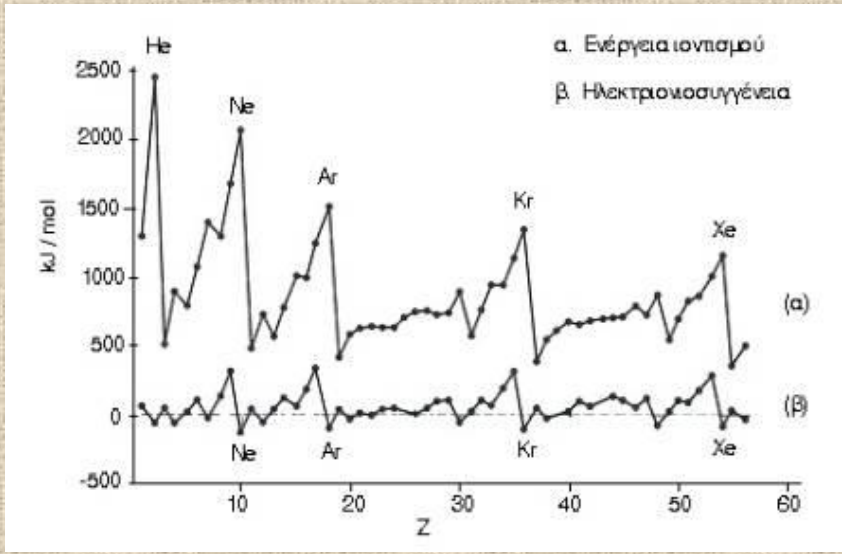


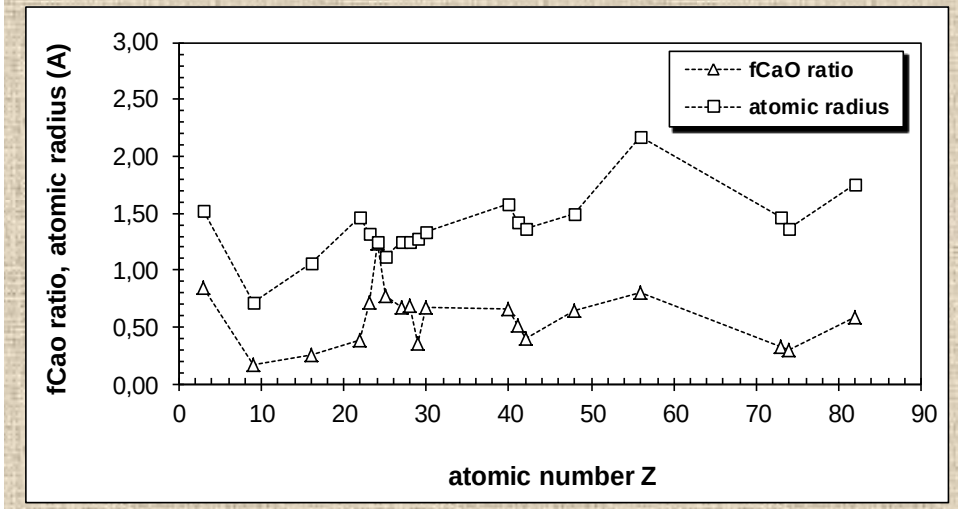


Ατομική ακτίνα



Ενέργεια πρώτου ιονισμού





Ασκήσεις

- **Ποια άτομα είναι μεγαλύτερα και γιατί**

$_{14}Si$, $_{16}S$ / $_{14}Si$, $_{32}Ge$ / $_{19}K$, $_{20}Ca$ / $_{47}Ag$, $_{48}Cd$ / $_{26}Fe$, $_{30}Zn$ / $_{40}Zr$, $_{72}Hf$.

$_{12}Mg$, $_{19}K$ / $_{27}Co$, $_{28}Ni$ / $_{47}Ag$. $_{79}Au$

- **Να καταταγούν τα $_{11}Na$, $_{17}Cl$, $_{35}Br$, $_{13}Al$ κατά σειρά αυξανόμενου μεγέθους**

- **Ποιο στοιχείο δείχνει υψηλότερη ενέργεια δεύτερου ιοντισμού και γιατί $_{11}Na$, $_{12}Mg$ / $_{20}Ca$, $_{38}Sr$**

- **Να κατατάξετε ξατά σειρά αυξανόμενης δυσκολίας σχηματισμού X^+ τα στοιχεία : F, P, Cl, S**

1. Το στοιχείο με Z=117 που είναι άγνωστο επί του παρόντος, ονομάζεται κατά IUPAC ununseptium και συμβολίζεται ως Uus.
(α) Αν ανακαλυφθεί, σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα θα το κατατάξουμε;
(β) Με ποια γνωστά στοιχεία περιμένετε να έχει παρόμοιες χημικές ιδιότητες;
(γ) Ποιο τύπο θα έχει η ένωση του Uus με υδρογόνο;

3. Προβλέψτε
(α) αν τα άτομα του ασβεστίου είναι μεγαλύτερα από τα άτομα του χλωρίου.
(β) αν η ιοντική ακτίνα του K^+ είναι μεγαλύτερη από αυτή του F^-.
Εξηγήστε την απάντησή σας.

10. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Σε κάθε περίπτωση, να δοθεί μια σύντομη αιτιολόγηση της επιλογής σας.

1. Τα στοιχεία της Ομάδας 7Α έχουν τις μεγαλύτερες αρνητικές τιμές ηλεκτρονικής συγγένειας.
2. Το στοιχείο As έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από το στοιχείο Se.
3. Η I_2 του λιθίου δεν διαφέρει σημαντικά από την I_2 του βηρυλλίου.
4. Ένα ηλεκτρόνιο στον φλοιό n=3 του ατόμου Ar βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα απ' ό,τι ένα ηλεκτρόνιο με n=3 του ατόμου Kr.
5. Αν είναι γνωστή η $H\Sigma_1$ του Li^+, τότε είναι γνωστή και η I_1 του Li.