ΚΑΝΟΝΕΣ SLATER

- **η διεισδυτικότητα του ηλεκτρονίου καθορίζεται από το δραστικό πυρηνικό φορτίο Z***
- **Δραστικό πυρηνικό φορτίο είναι το φορτίο που "αισθάνεται" το εξωτερικό ηλεκτρόνιο λόγω του φορτίου του πυρήνα και το φαινόμενο της θωράκισης από εσωτερικά ηλεκτρόνια.**
- **Όσο πιο μεγάλο είναι το Z* τόσο πιο μεγάλη είναι η διεισδυτικότητα του τροχιακού και τόσο περισσότερο έλκεται το ηλεκτρόνιο, άρα χαμηλότερη ενέργεια.**

$$Z^* = Z - s$$

Z: ατομικός αριθμός

s: σταθερά θωράκισης

Υπολογισμός της σταθεράς προάσπισης S

Ομαδοποιούνται τα τροχιακά ως εξής (ομάδες Slater):

- **Ομάδα1:** **1*s***
- **Ομάδα 2:** **2*s* και 2*p***
- **Ομάδα 3:** **3*s* και 3*p***
- **Ομάδα 4:** **3*d***
- **Ομάδα 5:** **4*s* και 4*p***
- **Ομάδα 6:** **4*d***
- **Ομάδα 7:** ***4f***
- **Ομάδα 8:** **5*s* και 5*p* κλπ.**

Ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε ομάδα μεγαλύτερη από την ομάδα του ηλεκτρονίου που εξετάζουμε δεν συνεισφέρουν στη θωράκιση (S = 0)

ΚΑΝΟΝΕΣ SLATER

Για τα ηλεκτρόνια των τροχιακών ns και np:

- για κάθε ηλεκτρόνιο της ίδιας ομάδας S = 0.35 - *ειδικά για το 1s ηλεκτρόνιο S = 0.30*
- για τα ηλεκτρόνια των n-1 τροχιακών *S* = 0.85
- για τα ηλεκτρόνια των n-2 τροχιακών (και χαμηλότερων στιβάδων) *S* =1.00

Για τα ηλεκτρόνια των τροχιακών nd ή nf :

- για κάθε ηλεκτρόνιο της ίδιας ομάδας *S* = 0.35
- για κάθε ηλεκτρόνιο χαμηλότερης ομάδας *S* = 1.00

Παράδειγμα 1

Να υπολογιστεί το δραστικό πυρηνικό φορτίο ενός ηλεκτρονίου σθένους του ατόμου του $_8$O

Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση του οξυγόνου είναι: $_8$O: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

Η ομαδοποίηση σε τροχιακά σύμφωνα με τους κανόνες Slater είναι: $(1s^2)\ (2s^2\ 2p^4)$

Για ένα από τα ηλεκτρόνια σθένους το δραστικό πυρηνικό φορτίο είναι:

$Z^* = Z - S = 8 - [(2 \times 0.85) + (5 \times 0.35)] = 4.55$

Δηλαδή, το ηλεκτρόνιο σθένους συγκρατείται λόγω του φαινομένου θωράκισης με το $(4.55/8) \times 100 \approx 57\%$ της δύναμης που ασκεί ο πυρήνας των 8 πρωτονίων.

Παράδειγμα 2

Να υπολογιστεί το δραστικό πυρηνικό φορτίο ενός 3*d* και ενός 4*s* ηλεκτρονίου του $_{28}$Ni

Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση του νικελίου είναι:

$$_{28}Ni: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$$

Η ομαδοποίηση σε τροχιακά σύμφωνα με τους κανόνες Slater είναι:

$$(1s^2)\ (2s^2\ 2p^6)\ (3s^2\ 3p^6)\ (3d^{\ 8})\ (4s^2)$$

Για ένα 3*d* ηλεκτρόνιο το δραστικό πυρηνικό φορτίο είναι:

27%

$$Z^* = Z - S = 28 - [(18 \times 1.00) + (7 \times 0.35)] = 7.55$$

Για ένα 4*s* ηλεκτρόνιο το δραστικό πυρηνικό φορτίο είναι:

14.5%

$$Z^* = Z - S = 28 - [(10 \times 1.00) + (16 \times 0.85) + (1 \times 0.35)] = 4.05$$

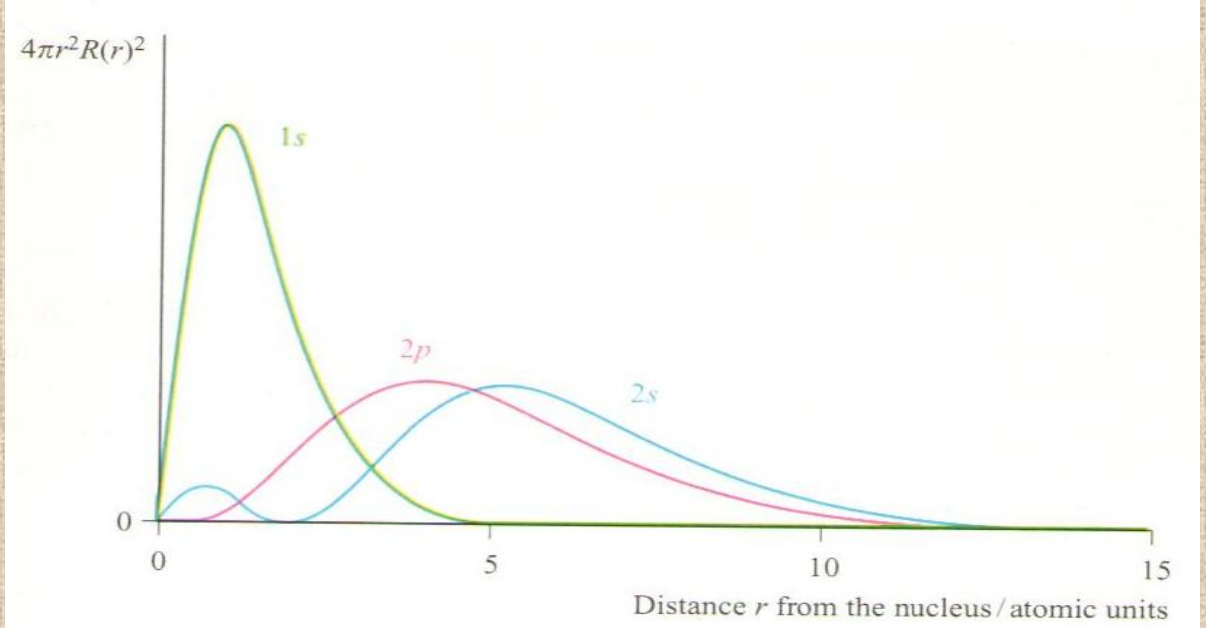
Χρησιμοποιώντας τους κανόνες του Slater, να δείξετε ότι, για το K, η ηλεκτρονιακή δόμηση $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ είναι ενεργειακά σταθερότερη από την $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$

Χρησιμοποιώντας τους κανόνες του Slater να δείξετε γιατί η ηλεκτρονιακή δόμηση του Cr

είναι $_{24}Cr$: $[Ar]3d^5 4s^1$ και όχι $[Ar]3d^4 4s^2$

Να αποδείξετε, με εφαρμογή των κανόνων του Slater, ότι η ενέργεια πρώτου ιονισμού του $_{19}K$ είναι μικρότερη από την ενέργεια τρίτου ιονισμού του $_{21}Sc$.

Χρησιμοποιώντας το παρακάτω διάγραμμα και τις έννοιες διείσδυσης - θωράκισης να εξηγήσετε γιατί η ηλεκτρονιακή δομή του $_3$Li είναι $1s^2 2s^1$ και όχι $1s^2 2p^1$



Ηλεκτρονιακή διαμόρφωση στοιχείων – ιόντων

- Ευγενή αέρια: συμπληρωμένα s και p τροχιακά της εξωτερικής στιβάδας
- Τα αλκάλια (Li, Na, K, Rb, Cs) τείνουν να αποβάλλουν το μοναδικό e- της εξωτερικής τους στιβάδας

$_{11}Na: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ ~~$_{11}Na^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$~~

- Τα αλογόνα (F, Cl, Br, I) τείνουν να προσλάβουν 1 e-

$_{17}Cl: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ ⟶ $_{17}Cl^-: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

- Η διαμόρφωση με συμπληρωμένα τα d τροχιακά είναι πολύ σταθερή ενεργειακά με συνέπεια κάποια στοιχεία να αποβάλουν e- από τα ns και np τροχιακά της εξωτερικής στιβάδας προκειμένου να αποκτήσουν την σταθερή δομή $(n-1)d^{10}$.

$_{30}Zn: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2$ ⟶ $_{30}Zn^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$

- Η διαμόρφωση με ημισυμπληρωμένα τα d τροχιακά είναι σταθερή ενεργειακά (λιγότερο από την d^{10}) με συνέπεια κάποια στοιχεία να αποβάλουν e- από τα s τροχιακά της εξωτερικής στιβάδας προκειμένου να αποκτήσουν την σταθερή δομή $(n-1)d^5$.

$_{26}Fe: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^2$ ⟶ $_{26}Fe^{3+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$

Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ακόλουθων ατόμων στη θεμελιώδη κατάσταση; $_{7}N$, $_{16}S$, $_{17}Cl$, $_{19}K$, $_{22}Ti$, $_{26}Fe$, $_{28}Ni$, $_{30}Zn$. β) Πόσα ασύζευκτα ηλεκτρόνια διαθέτει καθένα από αυτά τα άτομα και πόσα ηλεκτρόνια σθένους; γ) Ποια από τα παραπάνω άτομα είναι διαμαγνητικά; Ποια είναι παραμαγνητικά;

Να γραφεί η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες και στιβάδες για τα ιόντα: $_{17}Cl^{-}$, $_{7}N^{+}$, $_{20}Ca^{2+}$, $_{34}Se^{2-}$, $_{35}Br^{-}$

Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες και στιβάδες για τα άτομα $_{25}Mn$, $_{26}Fe$, $_{28}Ni$ και $_{29}Cu$. Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια διαθέτει το κάθε άτομο στη θεμελιώδη κατάσταση; Να κατατάξετε τα στοιχεία με αυξανόμενο παραμαγνητισμό. Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή για τα ιόντα Mn^{2+}, Fe^{2+} και Fe^{3+}, $_{28}Ni^{2+}$ και Cu^{1+}.

Ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές δεν είναι σωστές;
α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$, β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{11} 4s^2$, γ) K(2) L(8) M(19) N(2),
δ) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2$

Ποιες από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχούν σε διεγερμένη κατάσταση ατόμου και ποιες σε δομή ιόντος; α) $_5B$: $1s^2 2s^2 2p^2$, β) $_{10}Ne$: $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2$, γ) $_{19}K$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, δ) $_{16}S$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

➔**4.22** Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις πρόκειται για ουδέτερο άτομο, θετικό ή αρνητικό ιόν;

(a)	$_3$Li:	$1s^2 2p^1$	(b)	$_{16}$S:	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
(c)	$_1$H:	$1s^2$	(d)	$_6$C:	$1s^2 2s^2 2p^1 2d^1$
(e)	$_2$He:	$1p^1$	(f)	$_{10}$Ne:	$1s^2 2s^1 2p^7$
(g)	$_7$N:	$1s^2 2s^1 2p^3$	(h)	$_{21}$Sc:	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
(i)	$_8$O:	$1s^2 2s^2 2p^3$	(j)	$_9$F:	$1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$

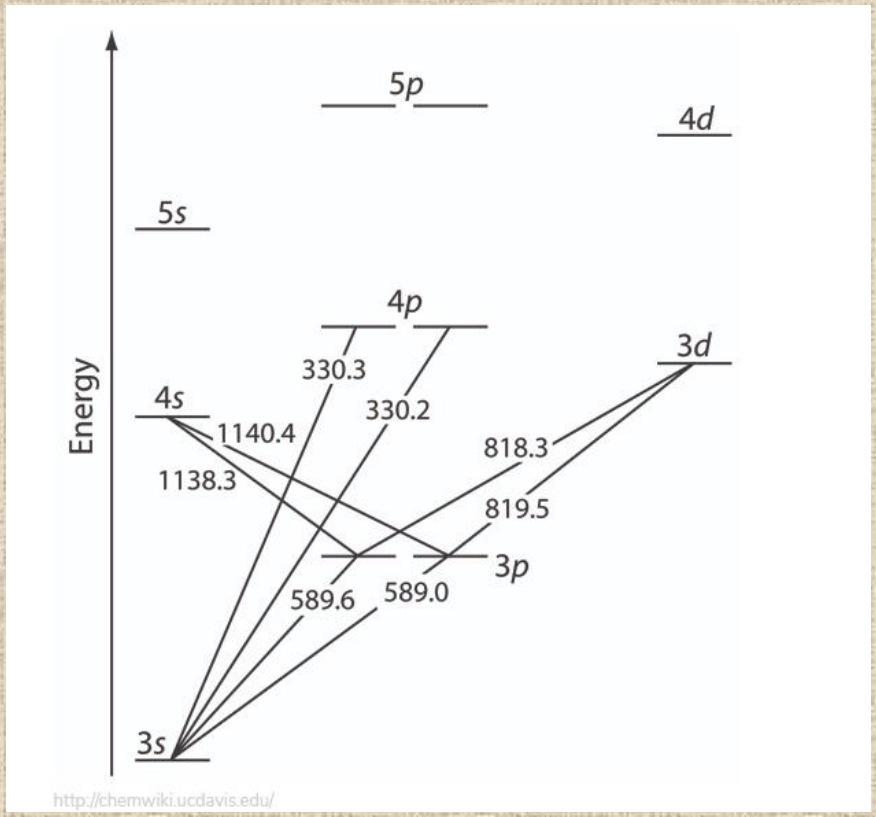
Ποιες απ' αυτές τις ηλεκτρονικές δομές αντιπροσωπεύουν θεμελιώδη ή διεγερμένη κατάσταση και ποιες είναι αδύνατες;

Να κατατάξετε τα παρακάτω στοιχεία κατά σειρά αυξανόμενου παραμαγνητισμού:

$_{14}Si^{2+}$, $_{22}Ti^{2+}$, $_{25}Mn^{2+}$, $_{29}Cu^{2+}$, $_{47}Ag^{+}$

Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των τριών πρώτων διεγερμένων καταστάσεων του ατόμου $_{11}$Na. Ποια είναι η πρώτη διεγερμένη κατάσταση του $_{11}Na^{+}$

Διεγερμένες καταστάσεις (excited states)



Κανόνες επιλογής

ΔΙ = ±1 (≠ 0)

ΔS* = 0

2s → 2p ΔS=0 ΔΙ = 1 √

3s → 3d ΔS=0 ΔΙ = 2 ×

❖ *οι μετακινήσεις είναι διαγώνιες – από και προς διπλανές στήλες*

* *τα ασύζευκτα e παραμένουν ασύζευκτα*

$1s^1 2s^2 2p^6 3s^1 \longrightarrow 1s^1 2s^2 2p^6 3s^0 3p^1 \longrightarrow 1s^1 2s^2 2p^6 3s^0 3p^0 4s^1 \longrightarrow 1s^1 2s^2 2p^6 3s^0 3p^0 4s^0 4p^1$

Περιοδικό Σύστημα

de Chancourtois

Lavoisier

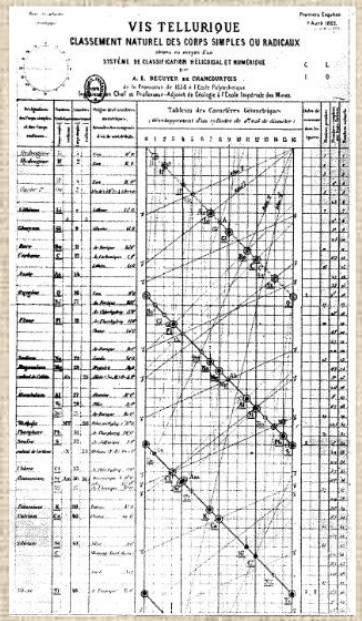
Mendeleyev

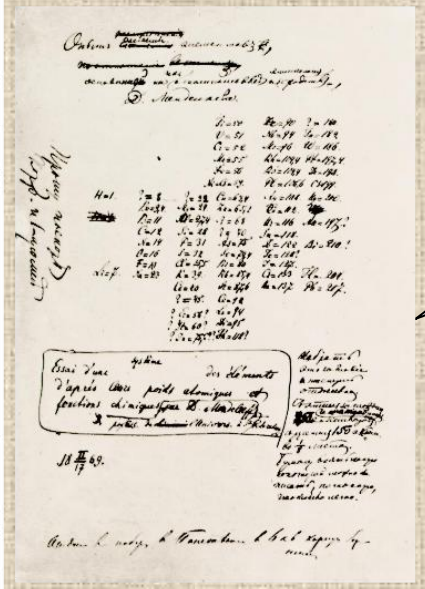
Dalton

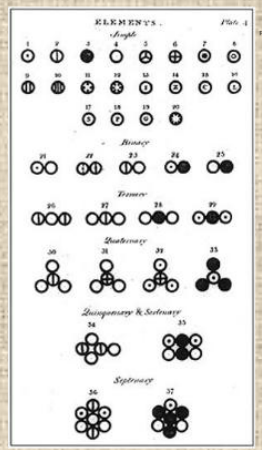

192 DES SUBSTANCES SIMPLES.

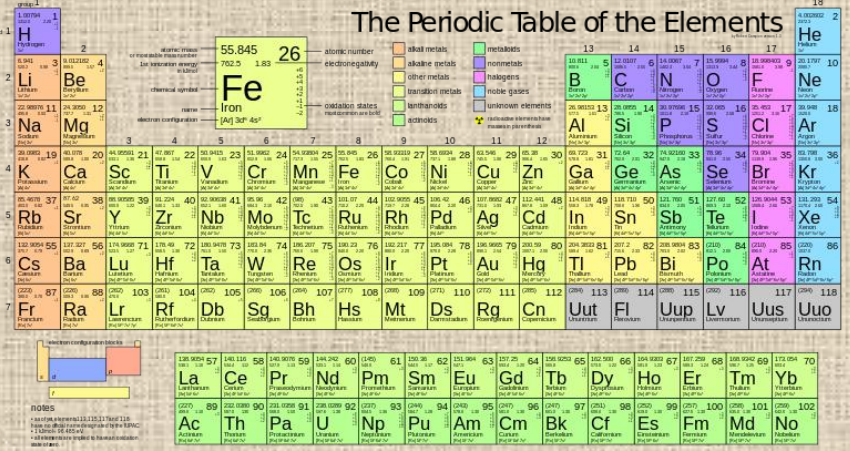
TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
Lumière	Lumière.
	Chaleur.
	Principe de la chaleur.
Calorique	Fluide igné.
	Feu.
	Matière du feu & de la chaleur.
	Air déphlogistiqué.
Oxygène	Air empiréal.
	Air vital.
	Base de l'air vital.
	Gaz phlogistiqué.
Azote	Mofette.
	Base de la mofette.
	Gaz inflammable.
Hydrogène	Base du gaz inflammable.
Soufre	Soufre.
Phosphore	Phosphore.
Charbone	Charbon pur.
Radical muriatique	Inconnu.
Radical fluorique	Inconnu.
Radical boracique	Inconnu.
Antimoine	Antimoine.
Argent	Argent.
Arsenic	Arsenic.
Bismuth	Bismuth.
Cobolt	Cobolt.
Cuivre	Cuivre.
Etain	Etain.
Fer	Fer.
Manganèse	Manganèse.
Mercure	Mercure.
Molybdène	Molybdène.
Nickel	Nickel.
Or	Or.
Platine	Platine.
Plomb	Plomb.
Tungstène	Tungstène.
Zinc	Zinc.
Chaux	Terre calcaire, chaux.
Magnésie	Magnésie, base du sel d'Epsom.
Baryte	Baryte, terre pesante.
Alumine	Argile, terre de Alun, base de Gypse.
Silice	Terre siliceuse, terre vitrifiable.





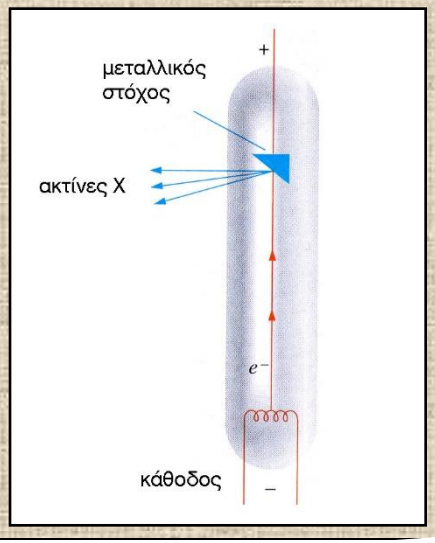




Περιοδικός νόμος του Mosley (1913):

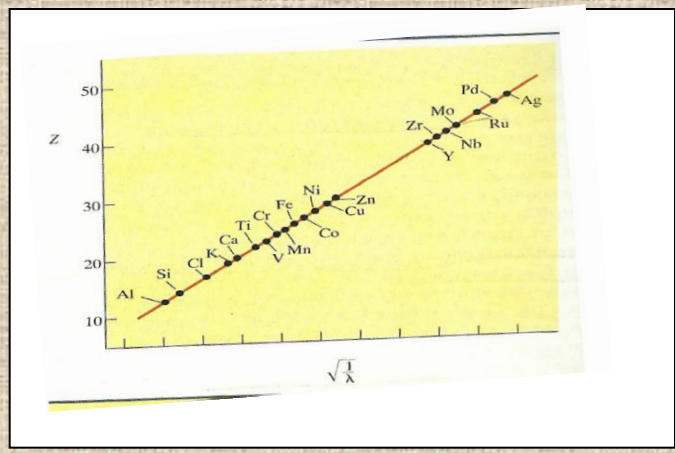
Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.

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



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)



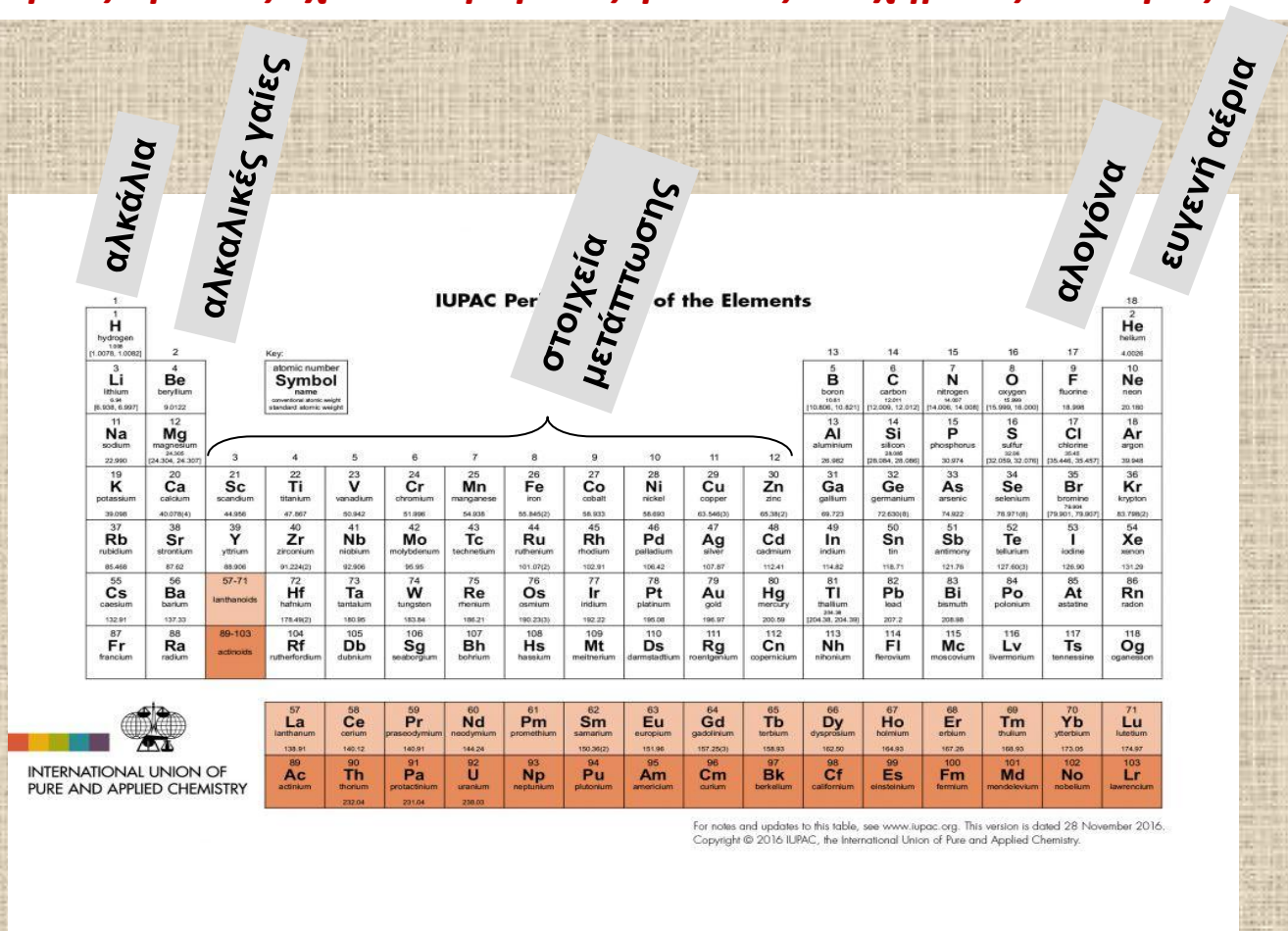
Κατάταξη στοιχείων στο ΠΣ

- **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

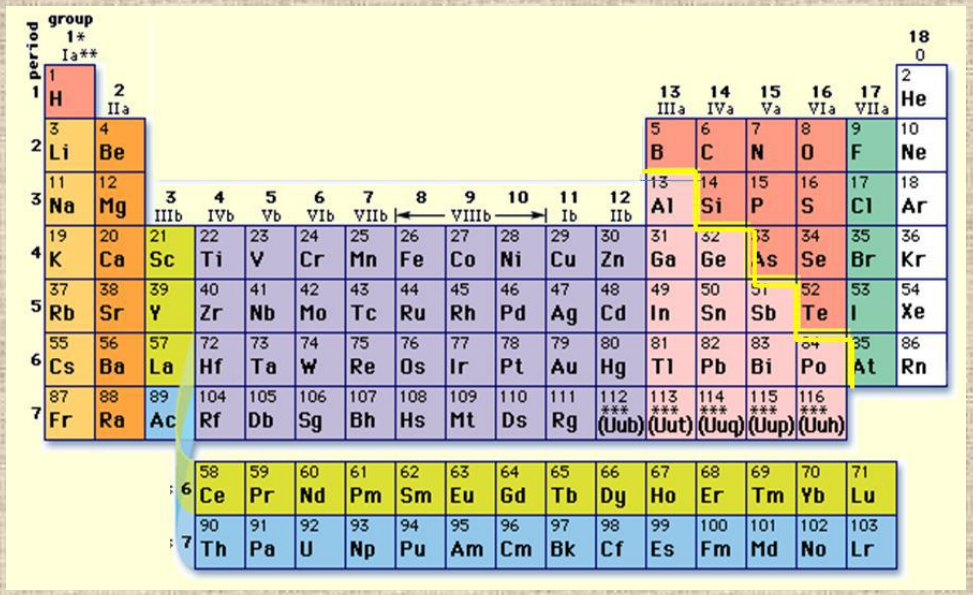


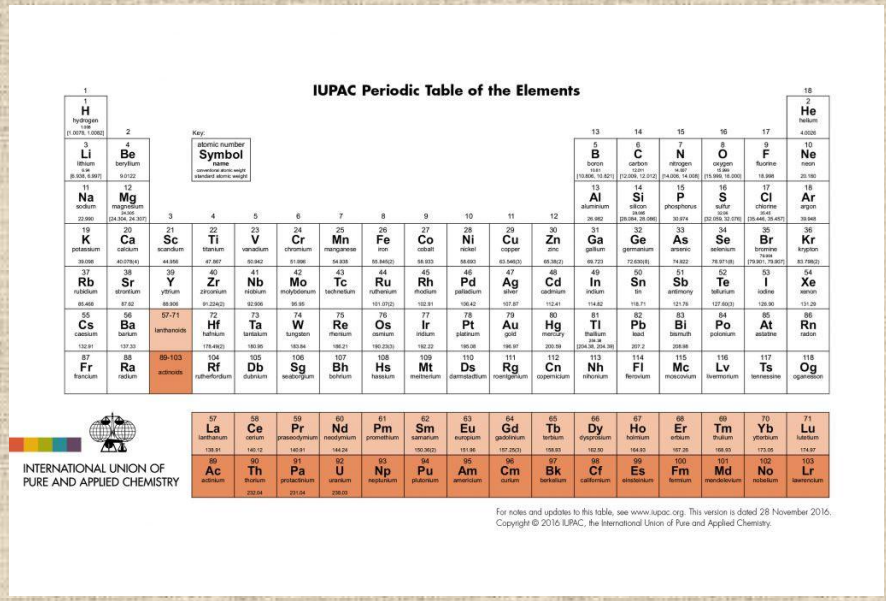
Διαφωνίες για το Περιοδικό Σύστημα

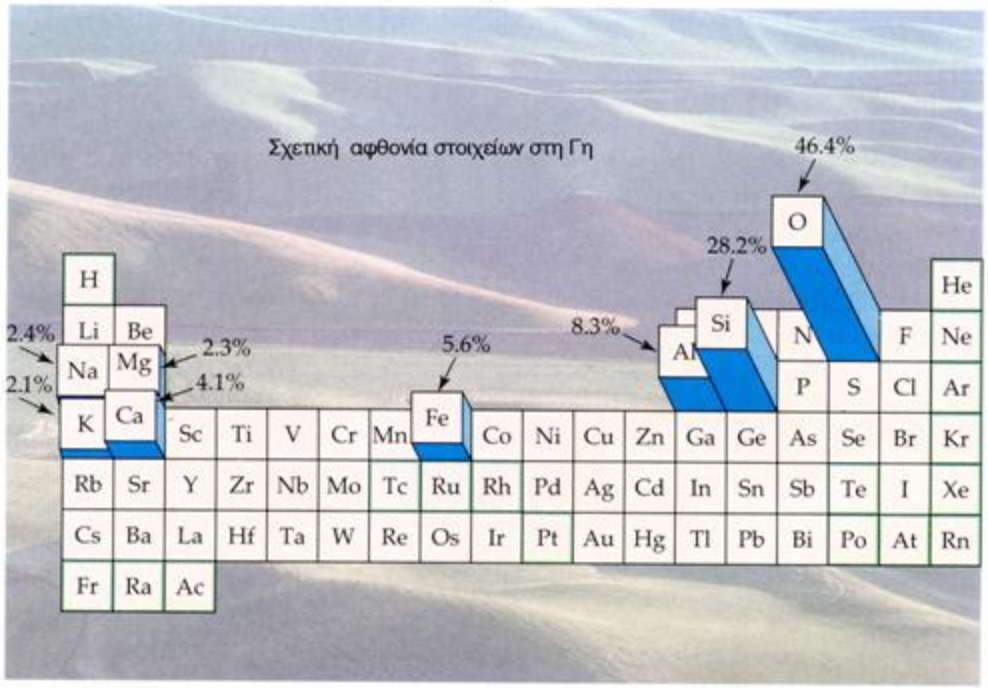
***1. τρόπος αρίθμησης ομάδων*: αμερικανικός, ευρωπαικός, κατά IUPAC**

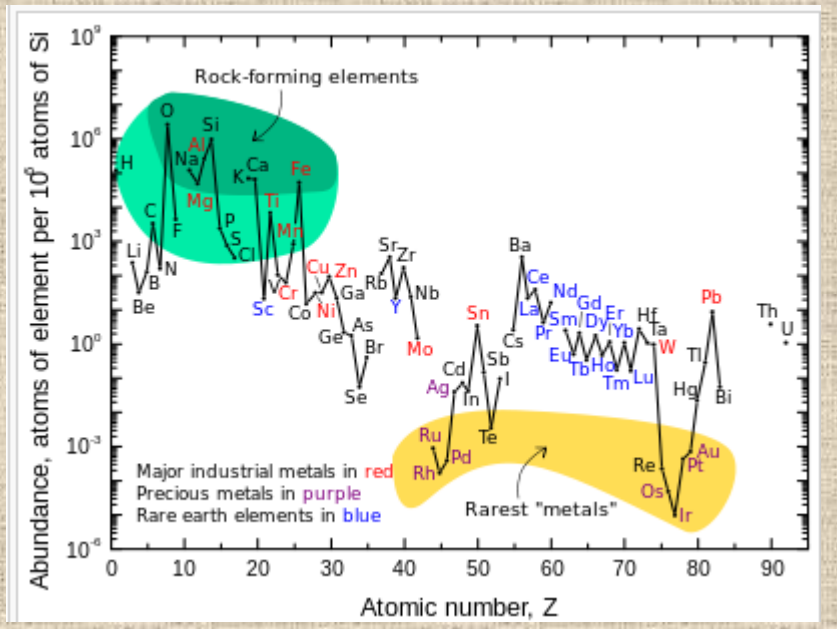
***2. θέση Υδρογόνου:* στη θέση 1 ή σε παράρτημα**

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









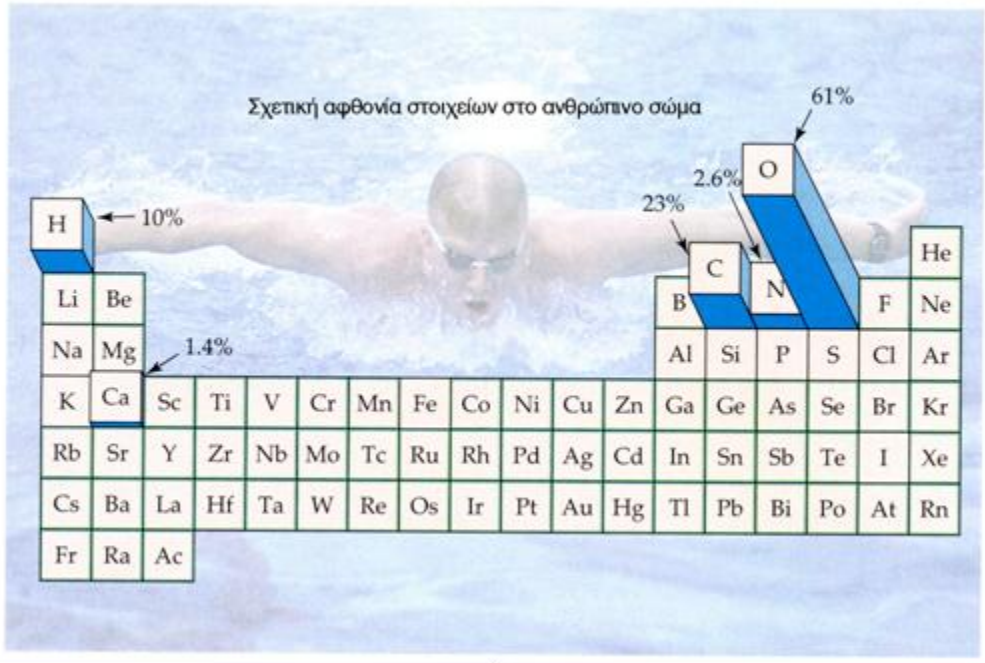
Nutritional elements in the periodic table

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

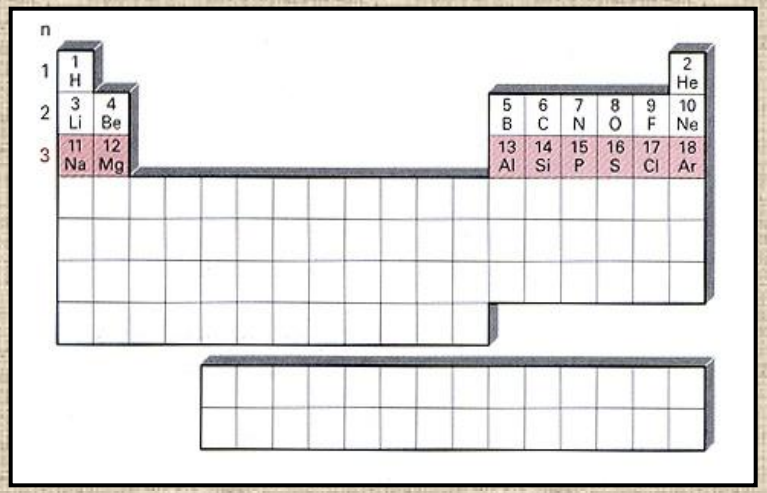
* Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

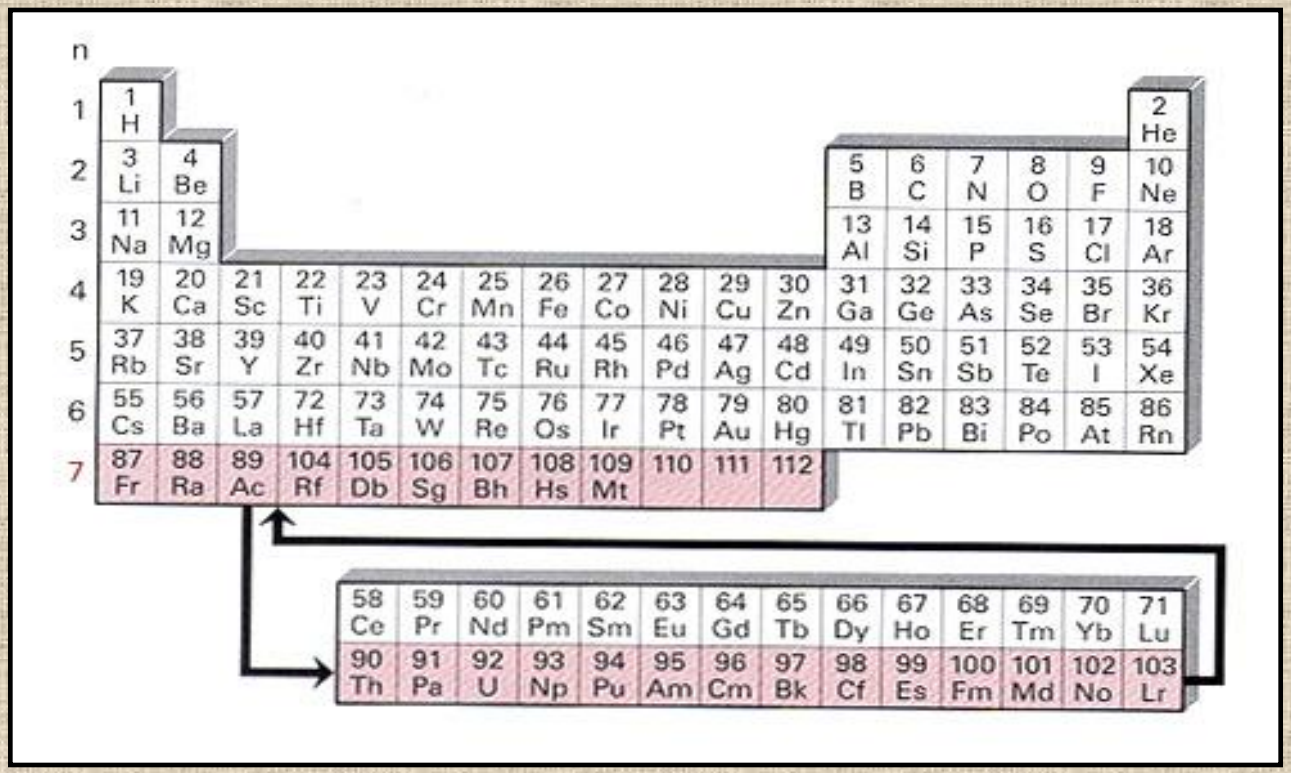
** Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr

- 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.

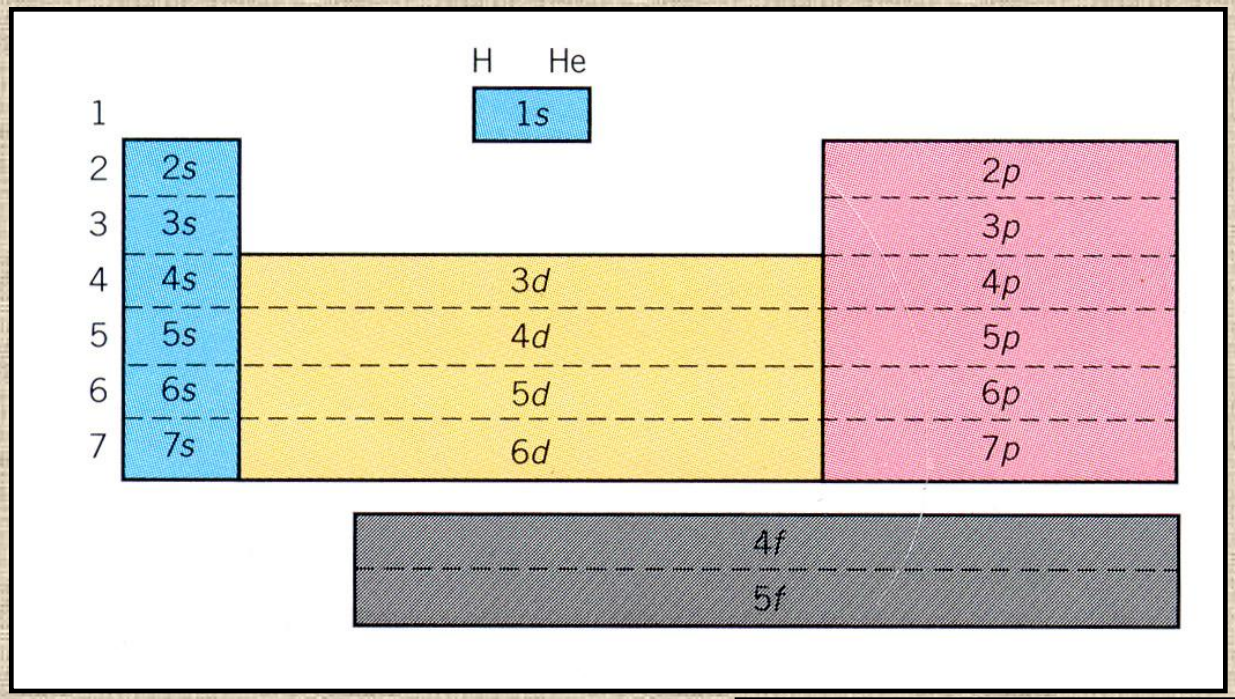


Περιοδικός Πίνακας και Ηλεκτρονιακή Δόμηση





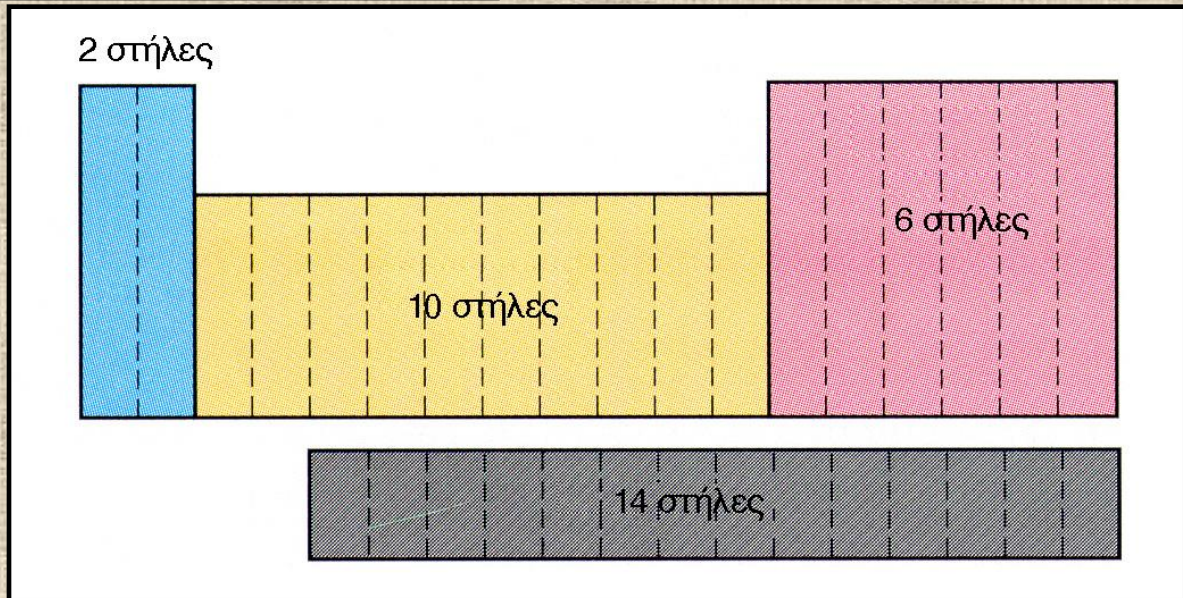
Τομείς Περιοδικού Συστήματος



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

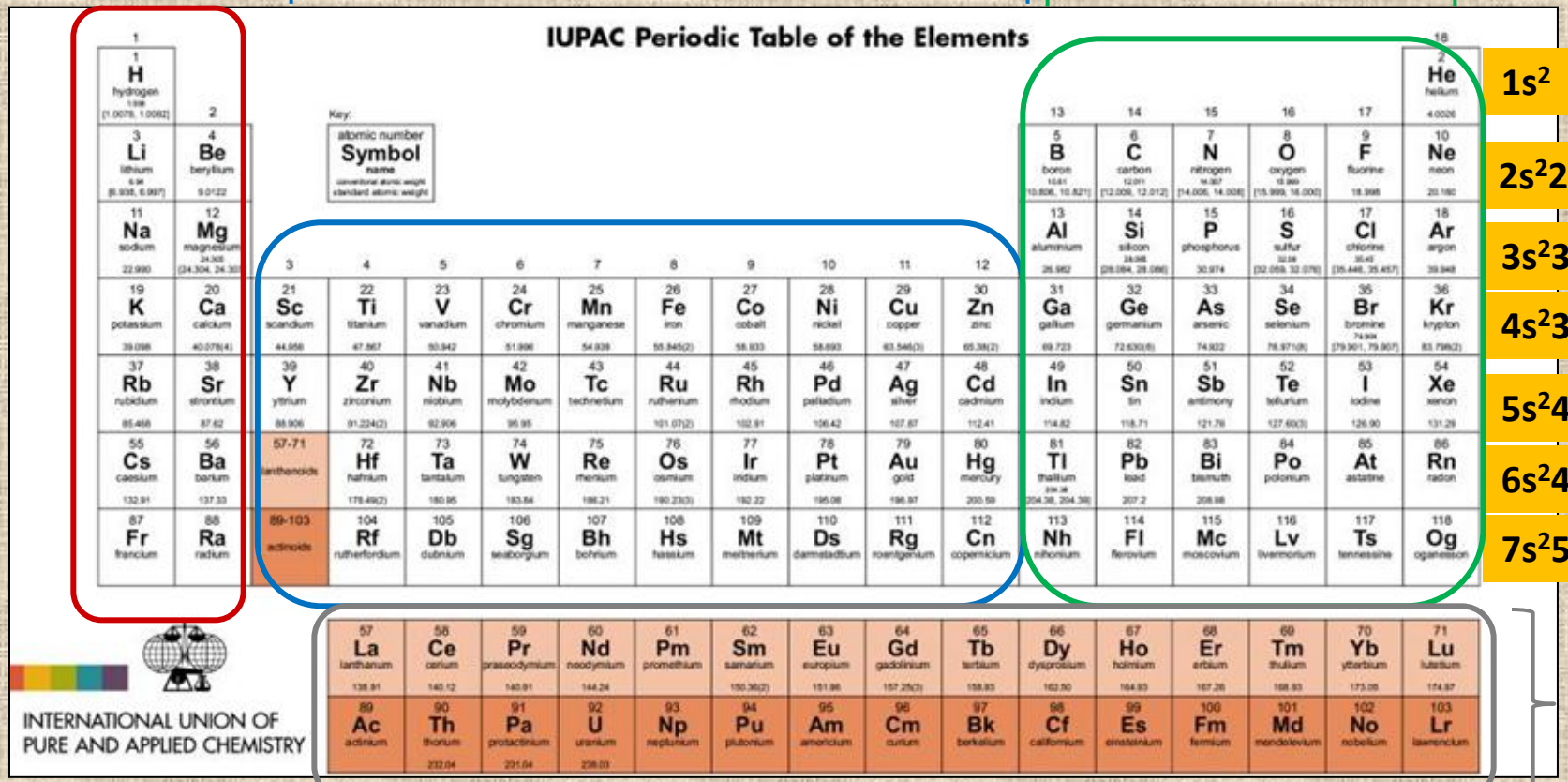


Δομηση Π.Σ.

s τροχιακά

d τροχιακά

p τροχιακά



$1s^2$

$2s^22p^6$

$3s^23p^6$

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

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

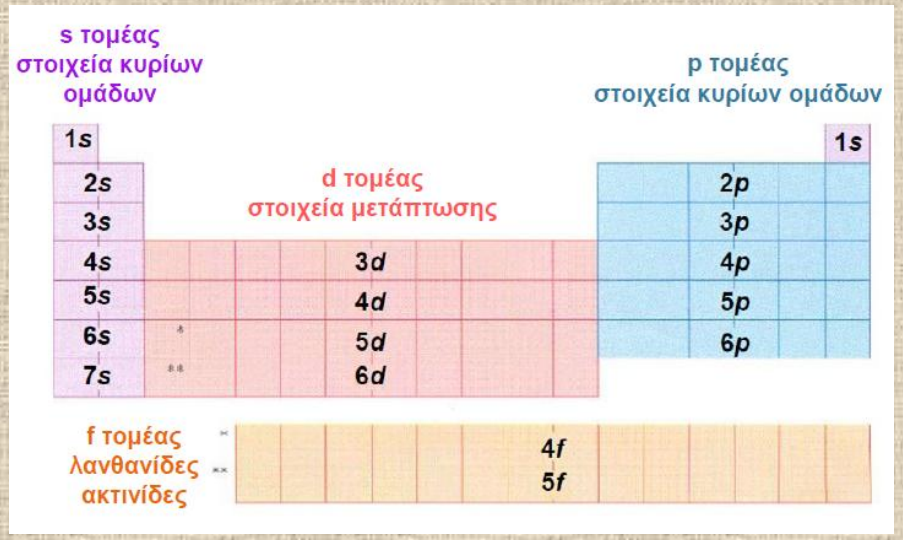
$6s^24f^{14}5d^{10}6p^6$

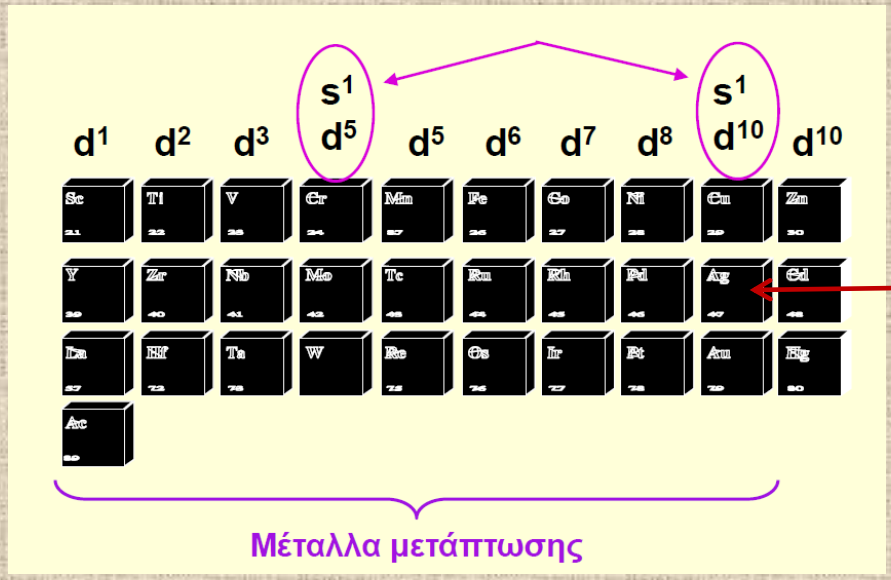
$7s^25f^{14}6d^{10}7p^6$

f τροχιακά

Τομέας d του Περιοδικού Πίνακα

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



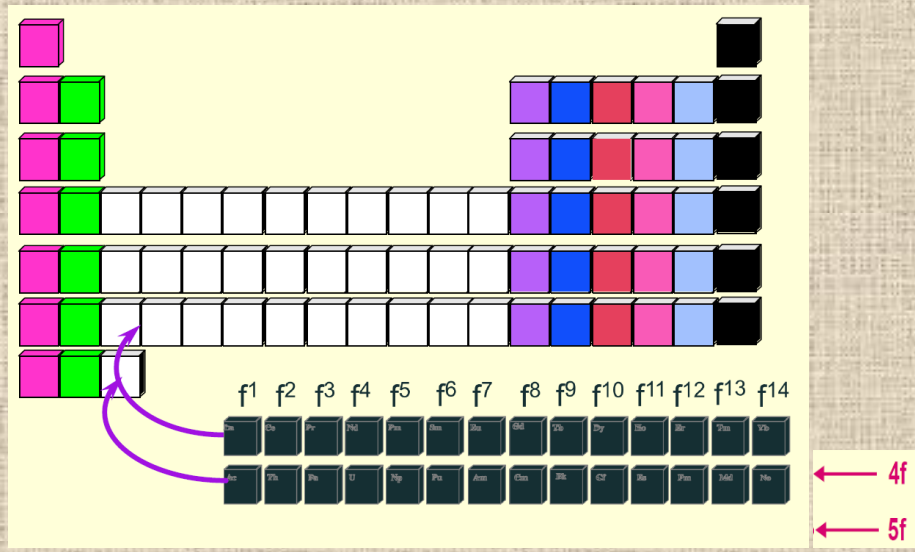


$_{47}Ag$: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^65s^24d^9 \rightarrow 5s^14d^{10}$

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: $6s^24f^x$ – ημισυμπληρωμένα 4f τροχιακά

$_{57}$La: $[Xe]6s^25d^1$ – στοιχείο μετάπτωσης με ιδιότητες όμοιες με τις λανθανίδες

$_{58}$Ce: $[Xe]6s^25d^14f^1$ $_{59}$Pr: $[Xe]6s^24f^3$ …… $_{71}$Lu: $[Xe]6s^25d^14f^{14}$ $_{72}$Hf: $[Xe]6s^25d^24f^{14}$

Ακτινίδες: 7η περίοδος, Z= 90 -103.

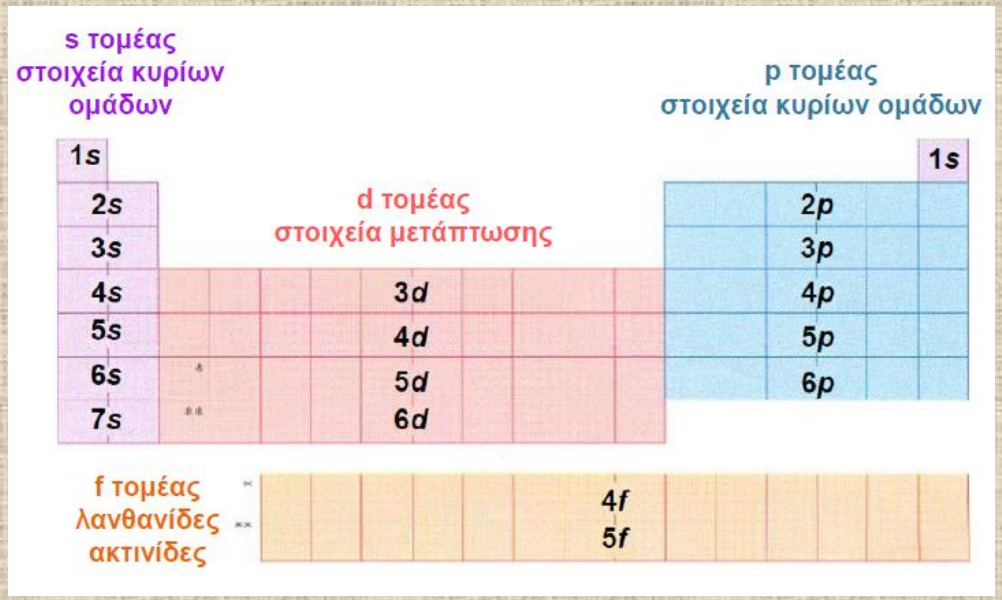
Ηλεκτρονιακή δόμηση: $7s^25f^x$ ημισυμπληρωμένα 5f τροχιακά

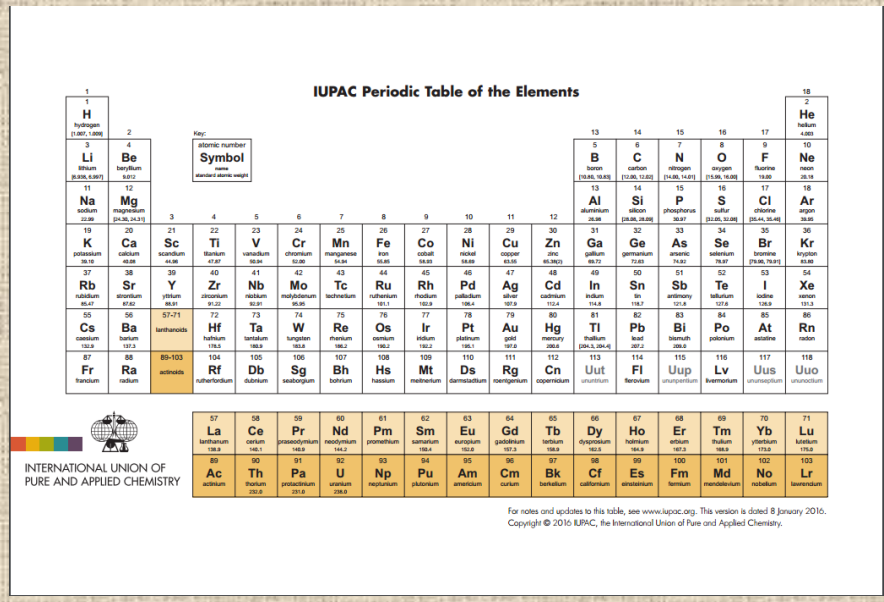
Ac: $[Rn]7s^26d^1$ – στοιχείο μετάπτωσης με ιδιότητες όμοιες με τις ακτινίδες

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?





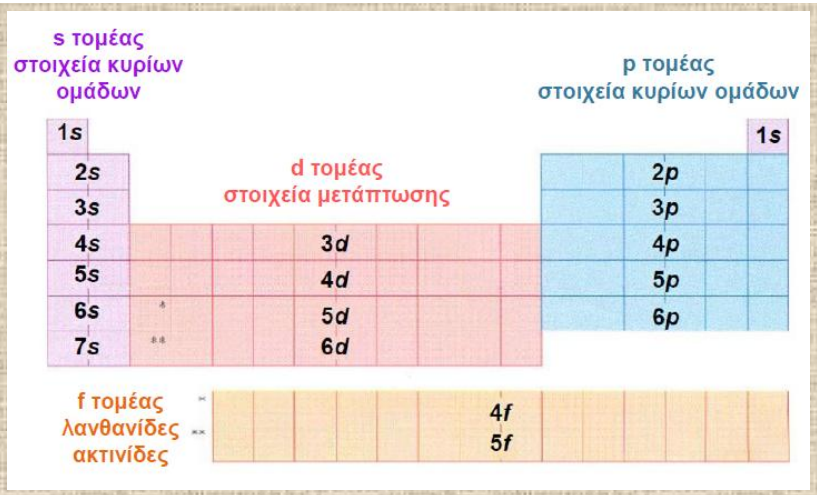
Να υπολογίσετε τον ελάχιστο ατομικό αριθμό ενός στοιχείου το άτομο του οποίου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει: α) 4 ηλεκτρόνια σε p τροχιακά, β) 3 ηλεκτρόνια σε d τροχιακά, γ) άθροισμα των κβαντικών αριθμών του spin ίσο με 1, δ) 3 μονήρη ηλεκτρόνια.

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

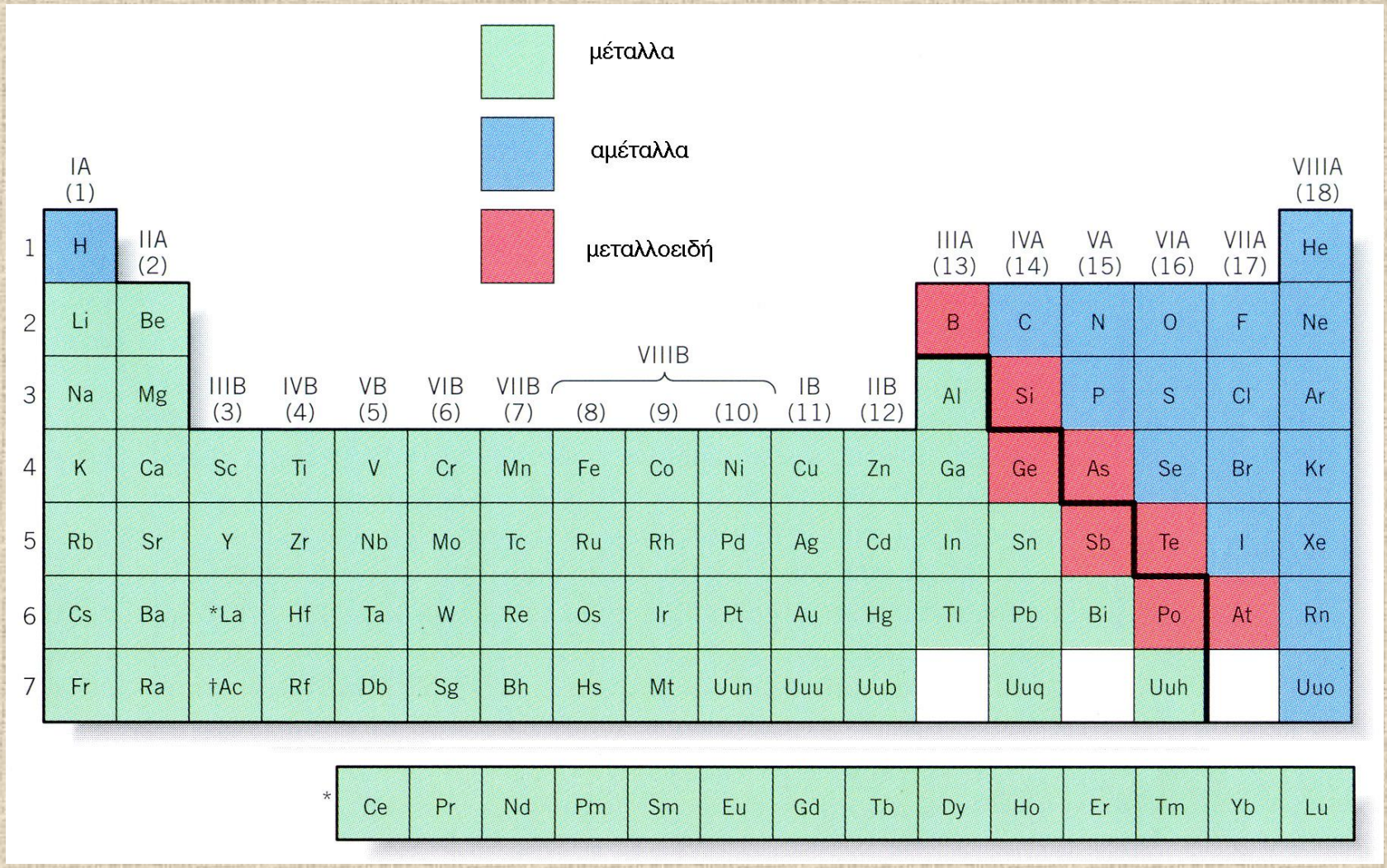
Ποια προβλέπεται να είναι η φυσική κατάσταση, η χημική δραστικότητα και η εξωτερική ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου.

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 Μ;



Μεταλλικός χαρακτήρας



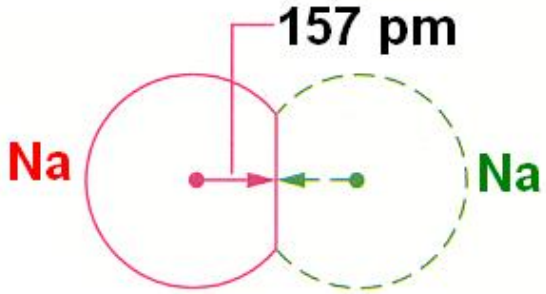
Ιδιότητες Μετάλλων και Αμετάλλων

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

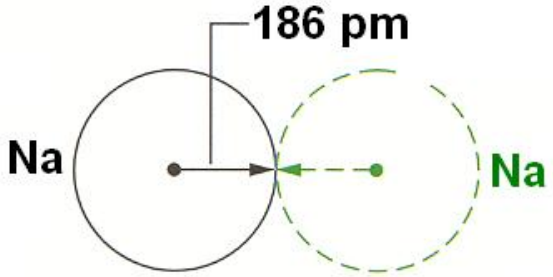
Ατομική ακτίνα:

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

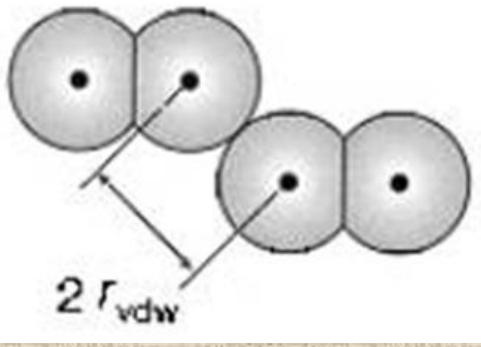
Ομοιοπολική ακτίνα:
το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων του ιδίου στοιχείου, ενωμένων με απλό δεσμό

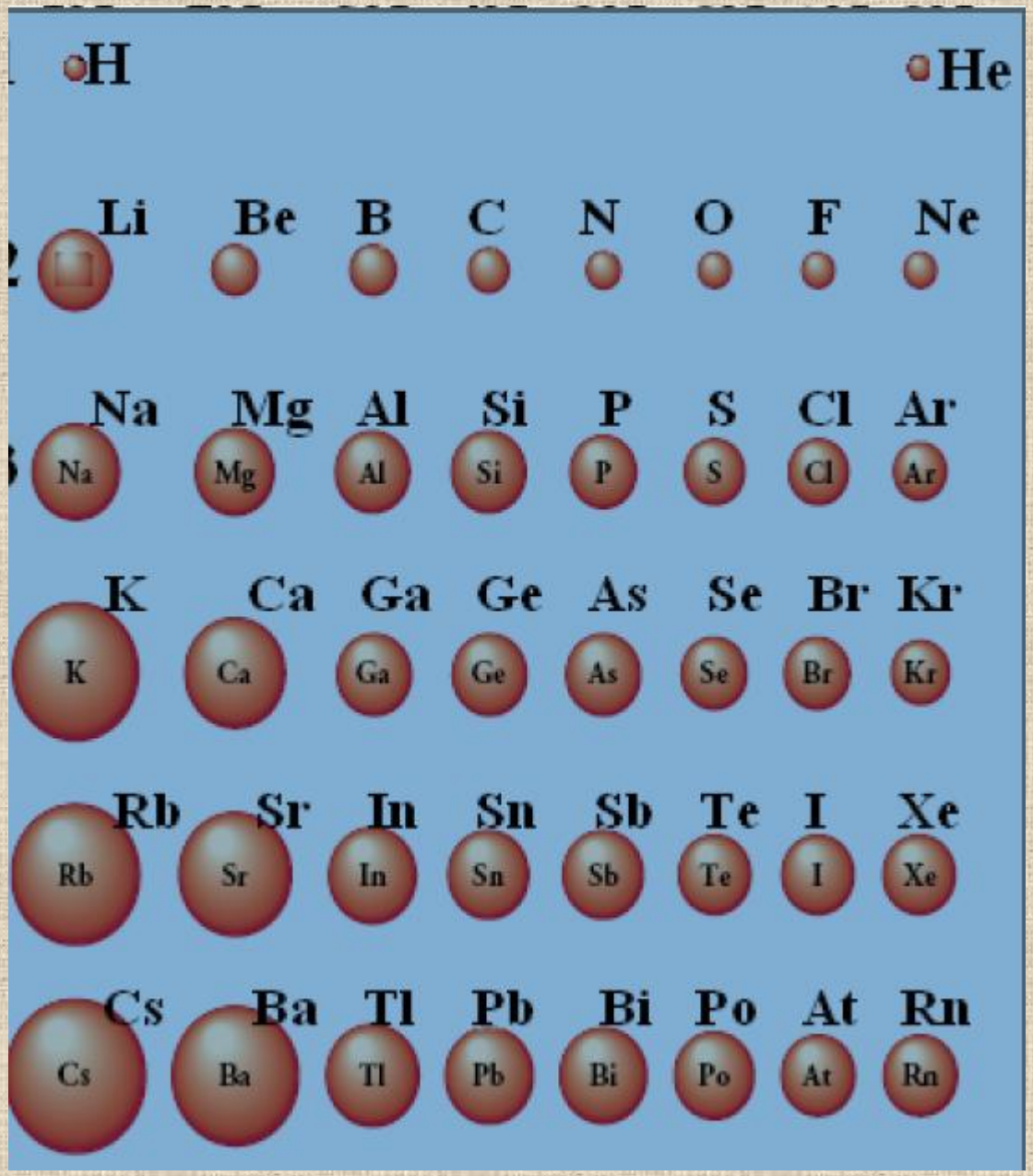


Μεταλλική ακτίνα:
το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων στο μεταλλικό πλέγμα



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





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

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

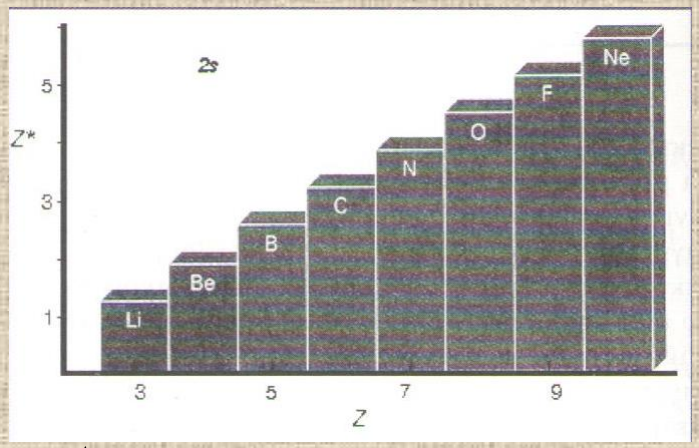
n^* : δραστικός κβαντικός αριθμός τελευταίου ηλεκτρονίου

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

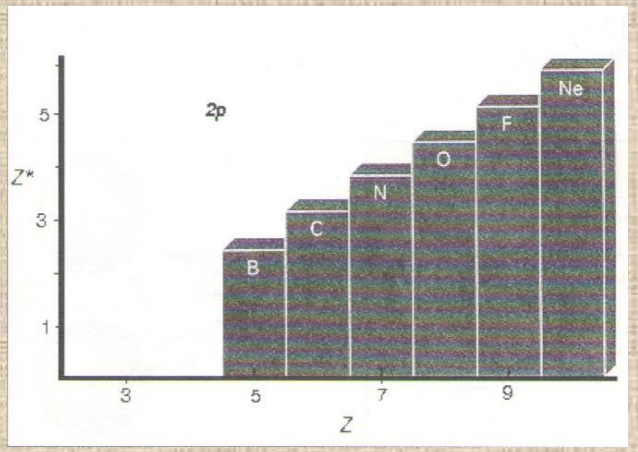
α_o : ακτίνα Bohr (53 pm)

Z^* : δραστικό πυρηνικό φορτίο του τελευταίου ηλεκτρονίου

υπολογίζεται με βάση τους κανόνες του Slater



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

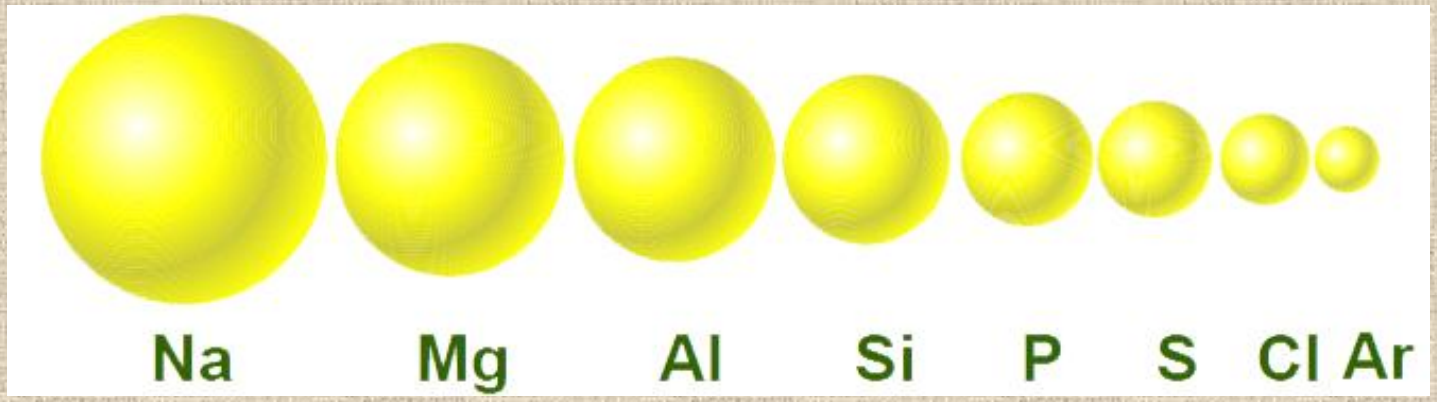


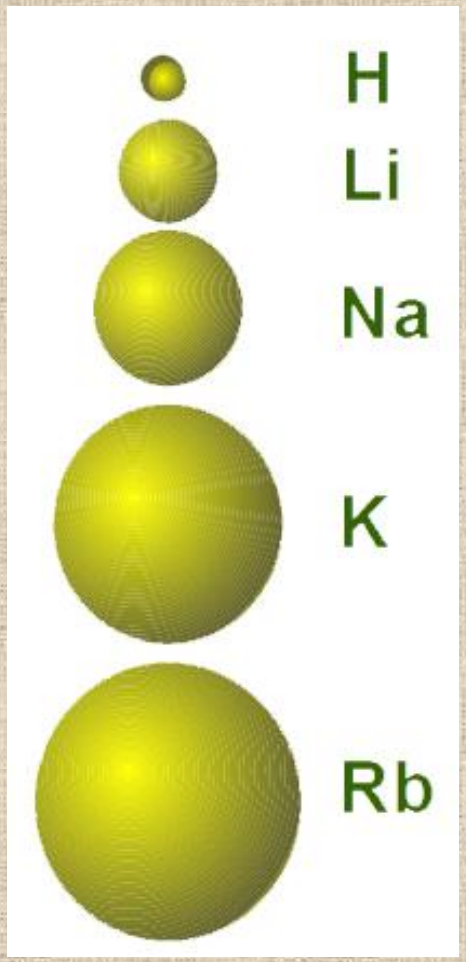
Κατά μήκος μιας περιόδου:

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





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

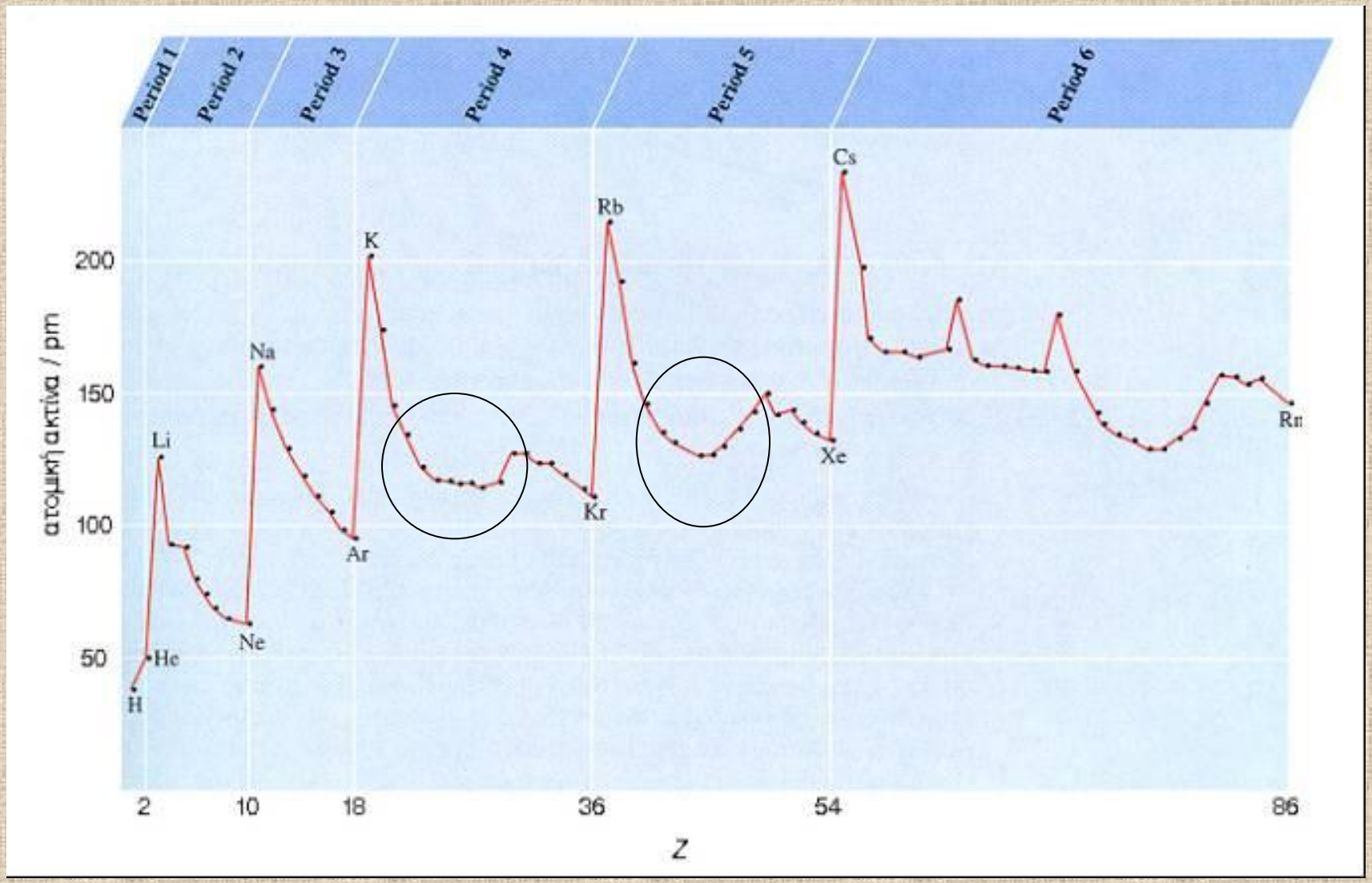
Κατά μήκος μιας ομάδας:

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

↓

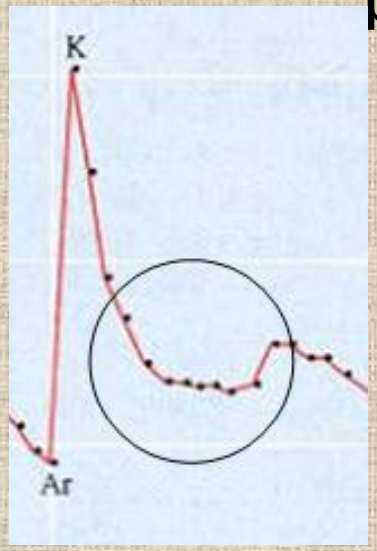
αυξάνεται η θωράκιση των εξωτερικών s ηλεκτρονίων

↓

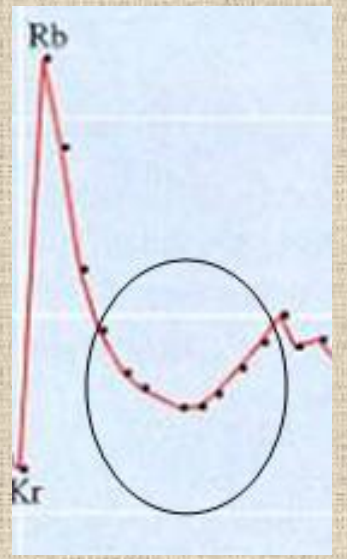
μειώνεται το Z^* και επομένως και η έλξη του πυρήνα

↓

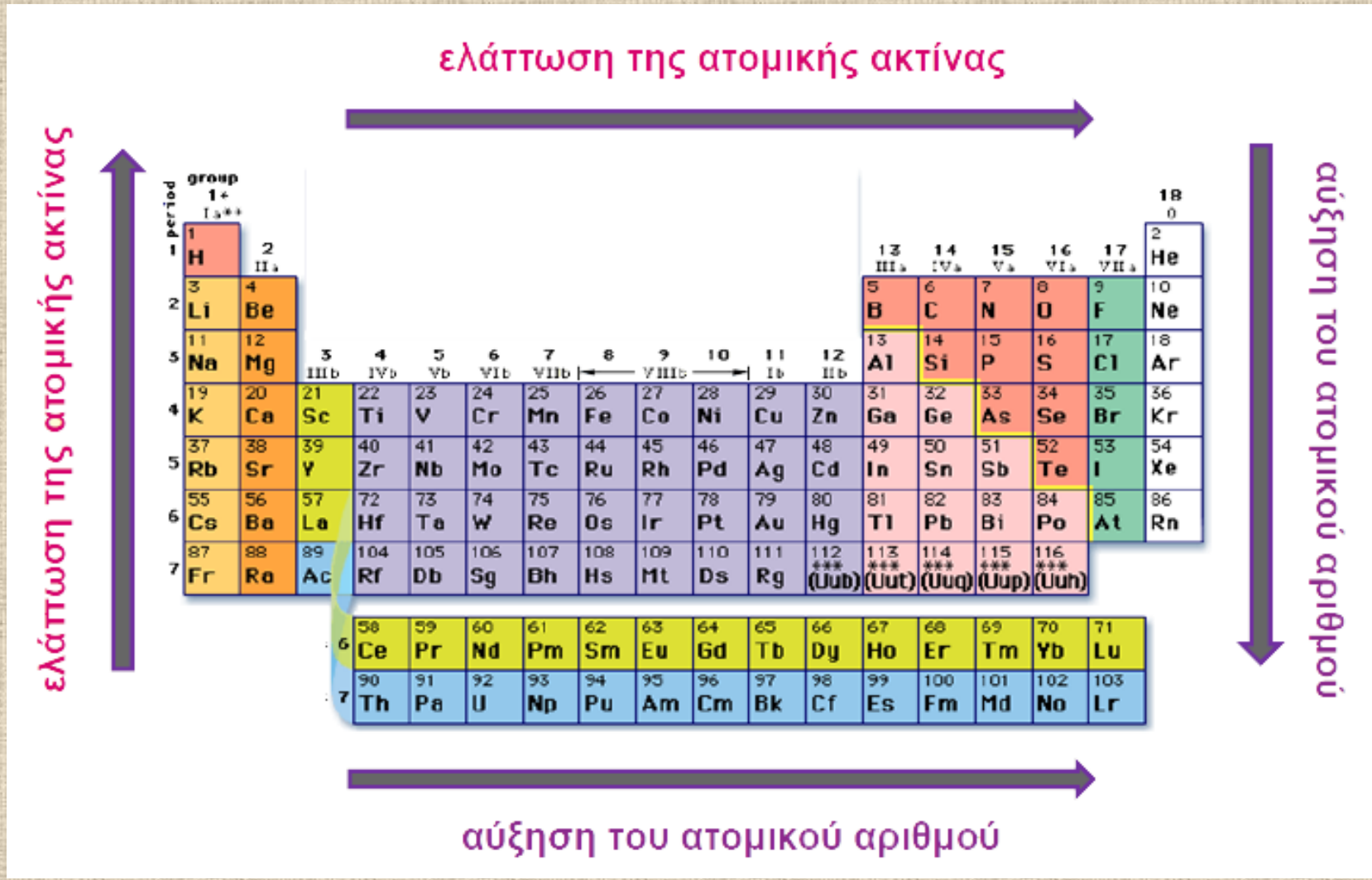
αυξάνεται η ακτίνα



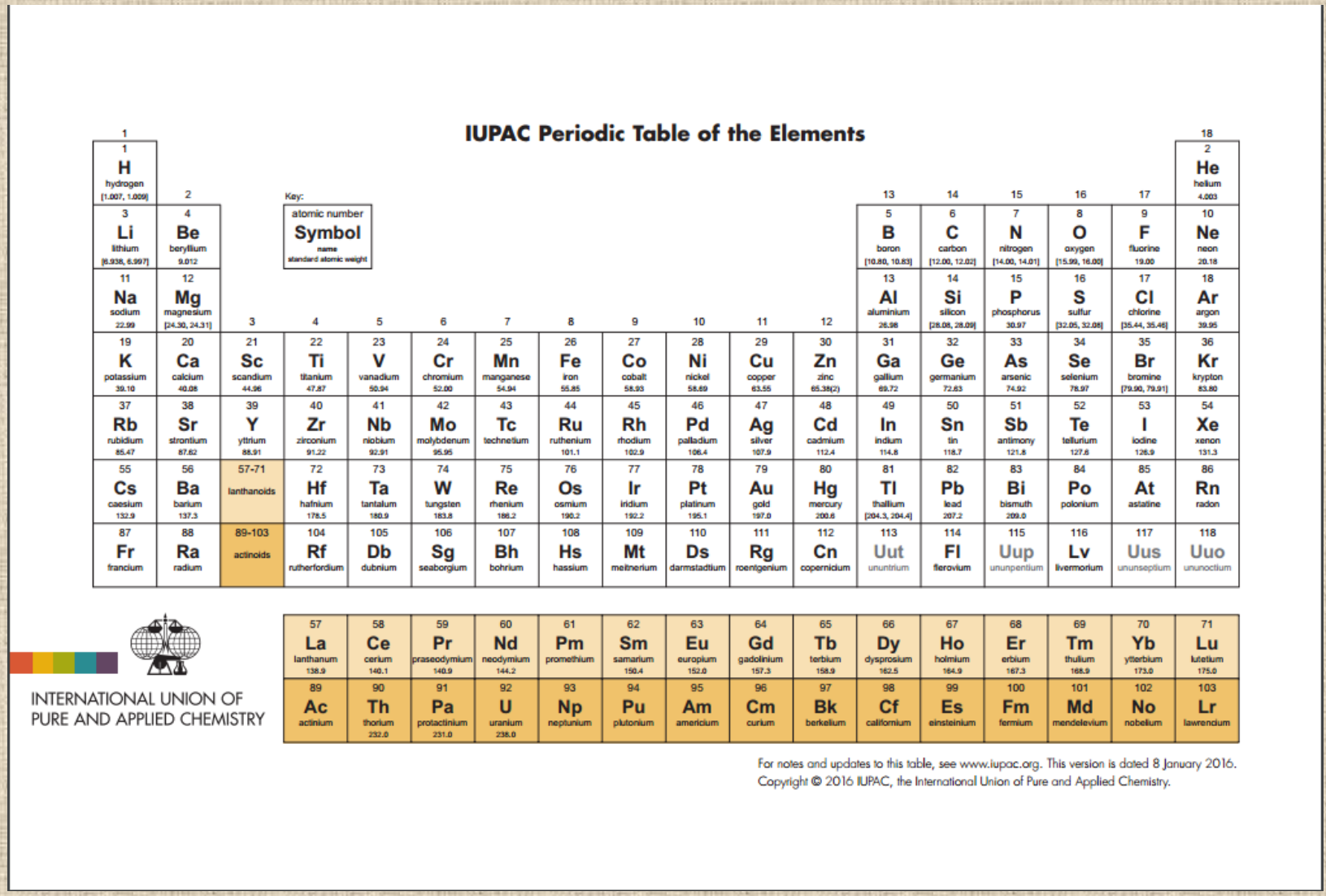
$$r = n^{*2}\,\alpha_o / Z^*$$



Περιοδικότητα ατομικής ακτίνας



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



IUPAC Periodic Table of the Elements

1																	18
1 H hydrogen [1.007, 1.009]	2		Key: atomic number Symbol name standard atomic weight									13	14	15	16	17	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]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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

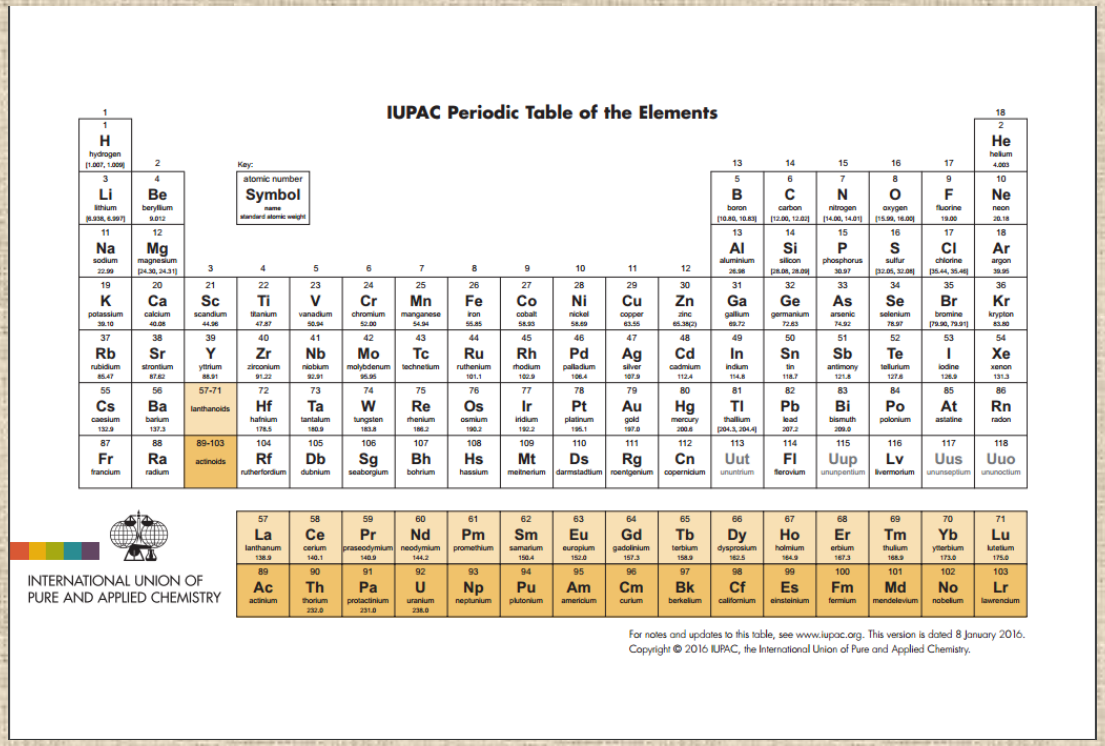
For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 8 January 2016.

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):

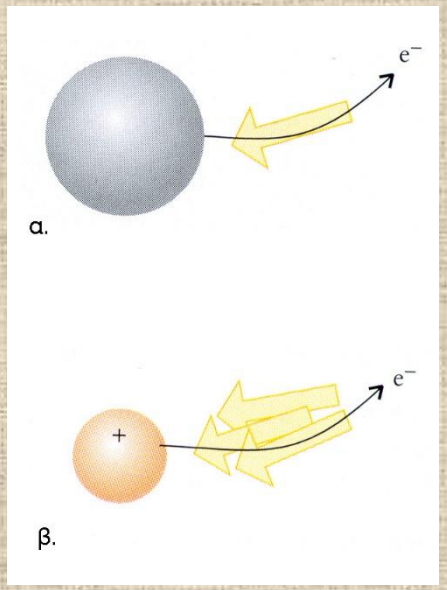
η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση του εξώτερου ηλεκτρονίου από ένα άτομο στη θεμελιώδη κατάσταση και σε αέρια φάση

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

Ο ιοντισμός είναι ενδόθερμο φαινόμενο

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

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

↓

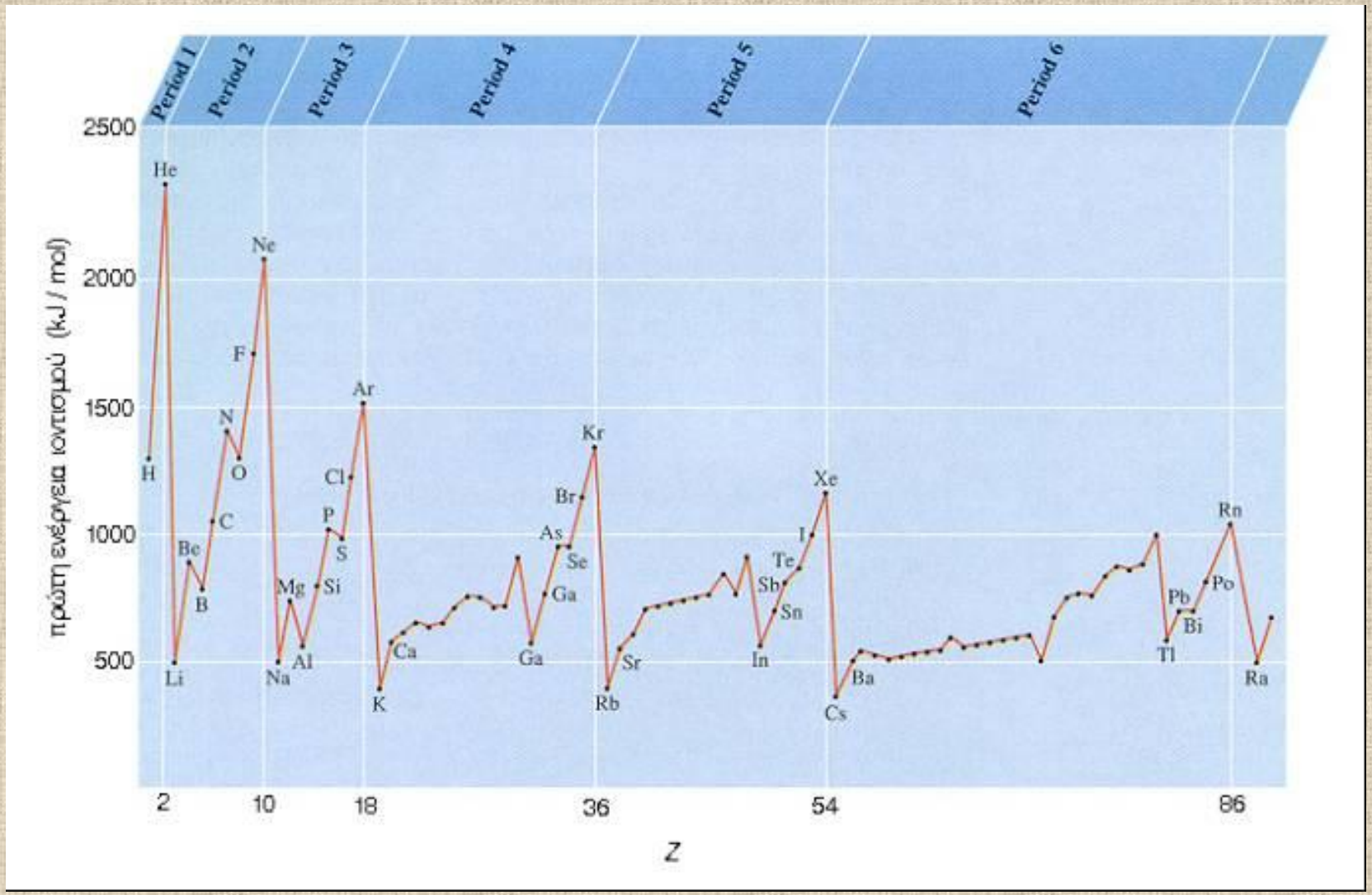
E_1 αυξάνεται

Η ενέργεια ιονισμού μειώνεται:

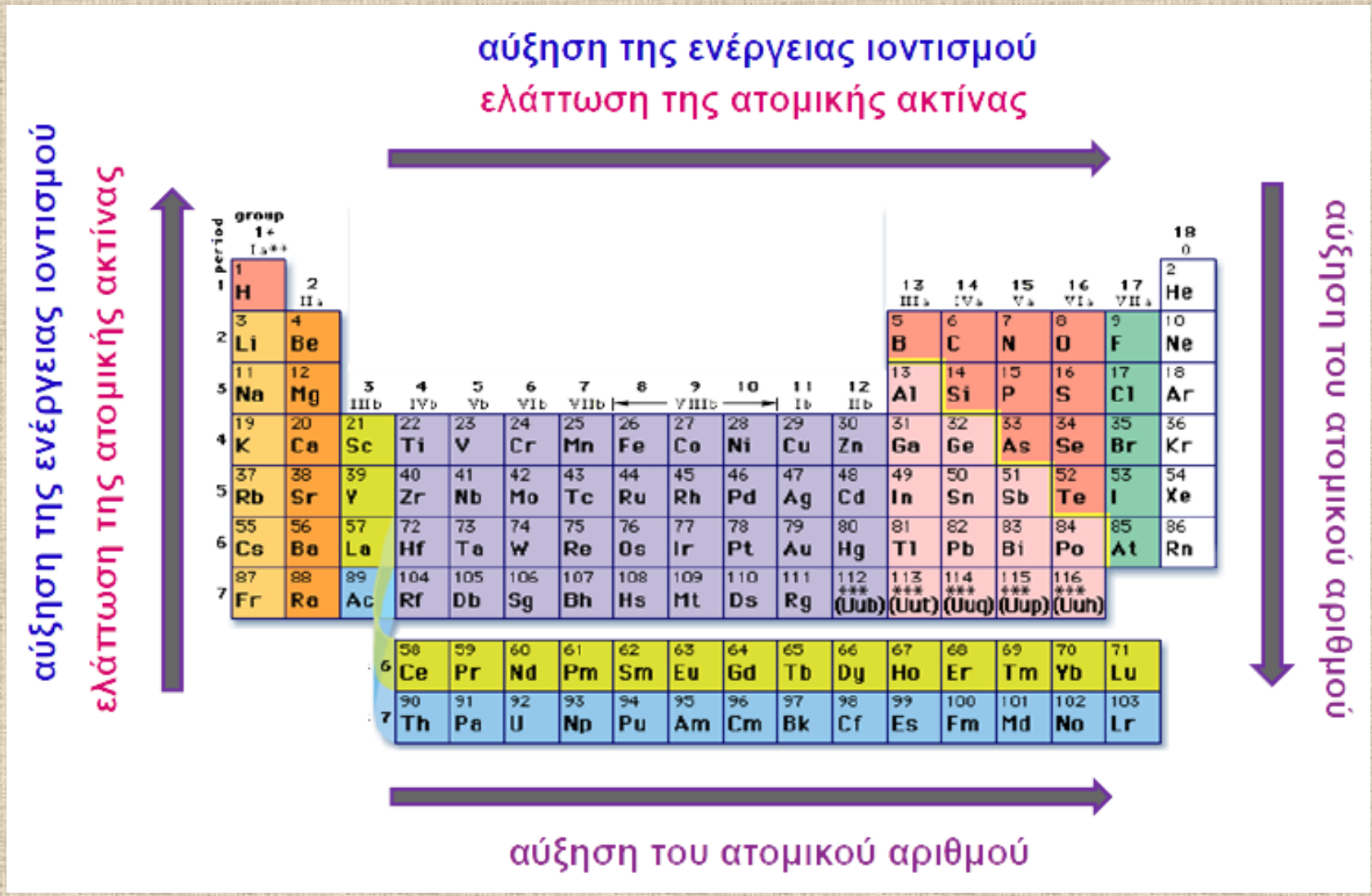
από επάνω προς τα κάτω μέσα σε μια ομάδα

από δεξιά προς αριστερά μέσα σε μια περίοδο

Περιοδικότητα πρώτης ενέργειας ιοντισμού



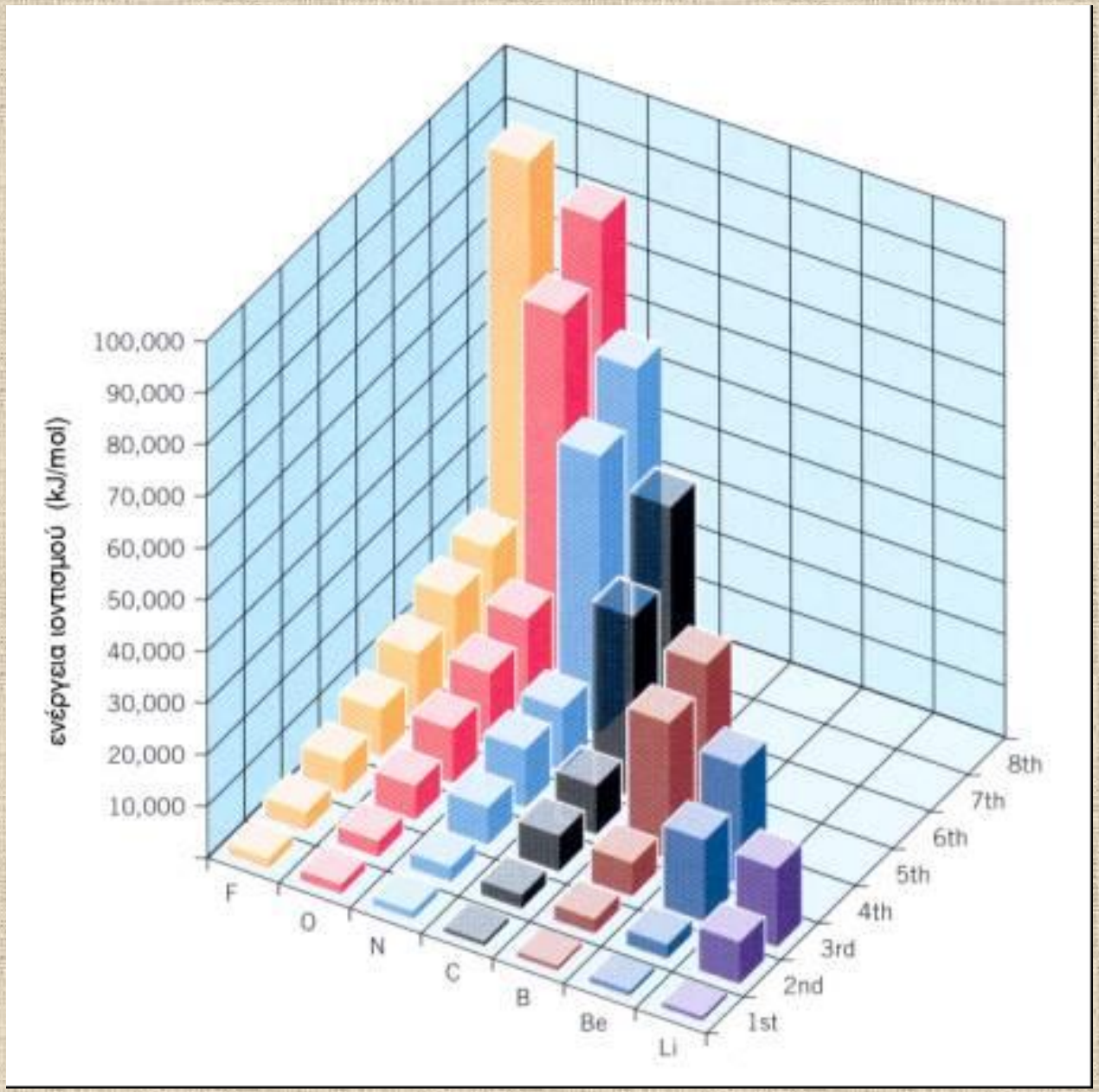
Περιοδικότητα της Ενέργειας Ιοντισμού



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.

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

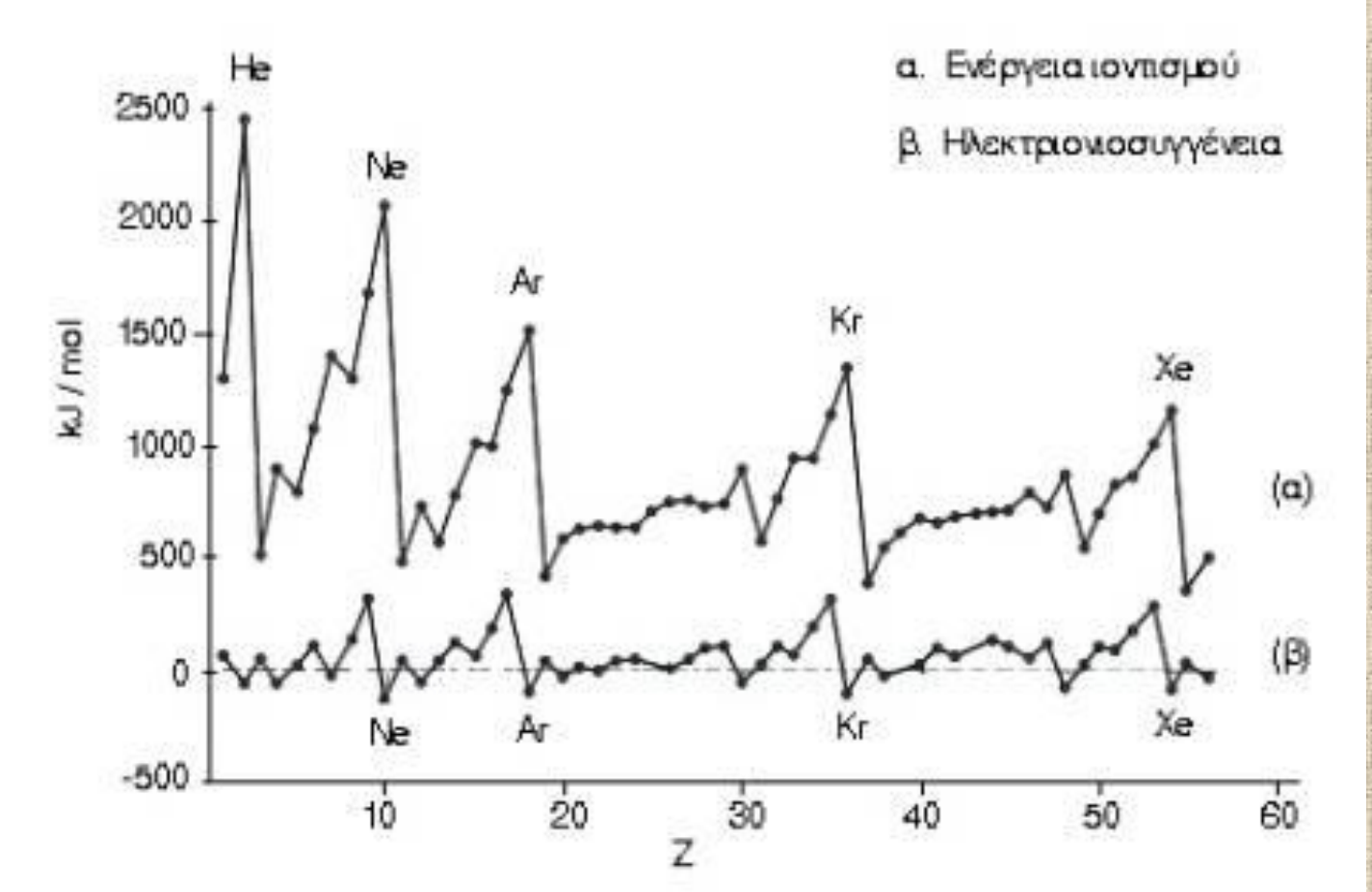
Ηλεκτρονιοσυγγένεια (E_{ea}):

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

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

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

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)

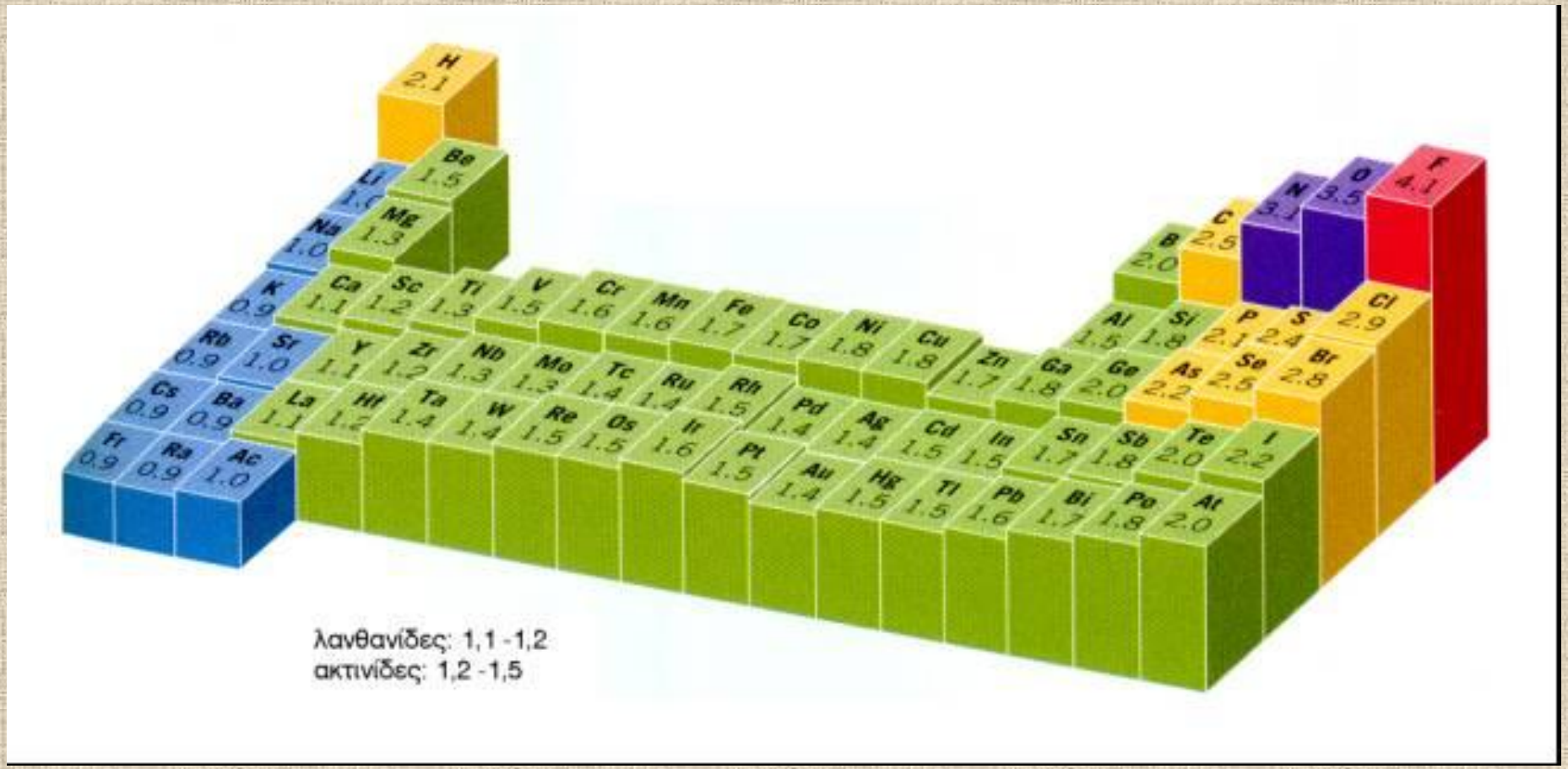
Εμπειρικό μέτρο της τάσης που έχει το άτομο ενός *μορίου* να έλκει προς το μέρος του ηλεκτρόνια (Pauling, 1932)

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

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						

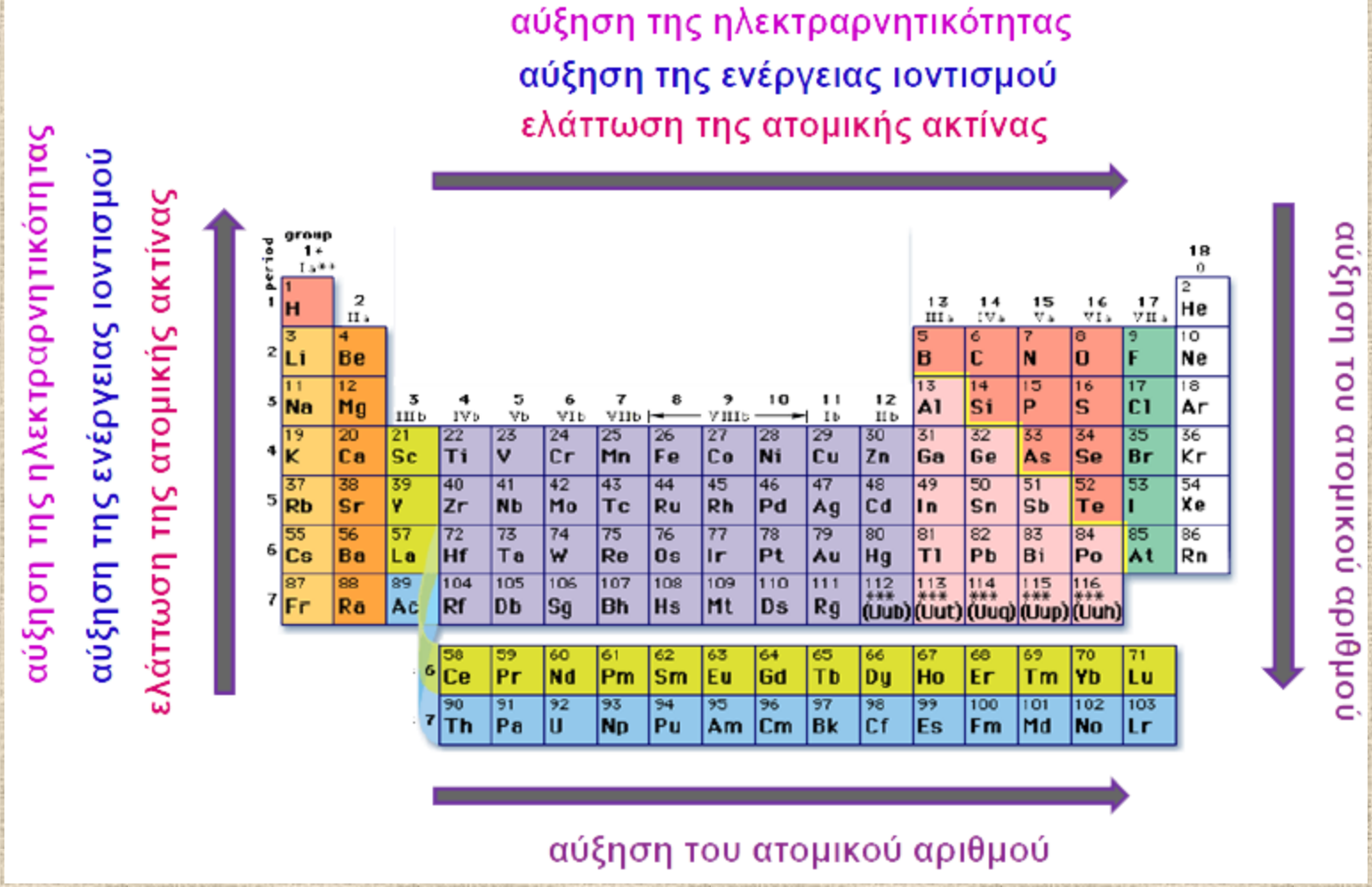
Η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται:

- **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 ηλεκταρνητικότητα



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.

Πόσα στοιχεία είναι διαμαγνητικά και πόσα παραμαγνητικά?

Να αγνοήσετε τις ακτινίδες και λανθανίδες.