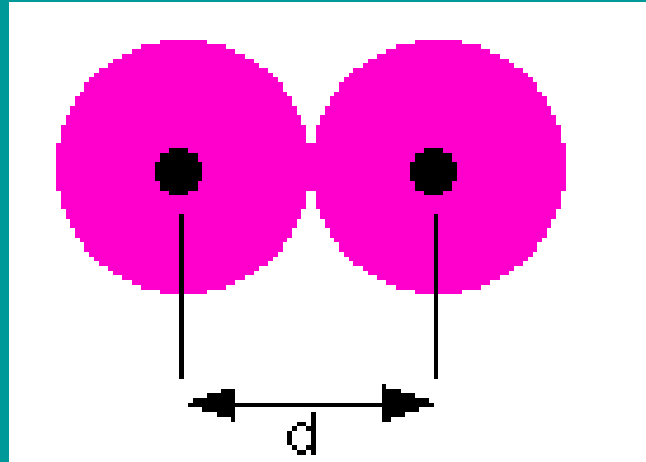


ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Παππάς Χρήστος
Καθηγητής

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ



Ατομική ακτίνα (r) : $\frac{1}{2}$ της απόστασης μεταξύ δύο ομοιοπυρηνικών ατόμων, ενωμένων με απλό ομοιοπολικό δεσμό.

$$r = d/2$$

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Δραστικό πυρηνικό φορτίο (Z^*)

- Σε ένα πολυηλεκτρονικό άτομο, κάθε ηλεκτρόνιο έλκεται από τον πυρήνα και ταυτόχρονα απωθείται από τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια του ατόμου.
- Έστω ηλεκτρόνιο A. Κάθε ηλεκτρόνιο που παρεμβάλλεται ανάμεσα στο A και στον πυρήνα του ατόμου μειώνει την ελκτική δράση που ασκεί ο πυρήνας πάνω στο A.
- Το φαινόμενο αυτό της <<προστασίας>> ενός ηλεκτρονίου από την ελκτική δράση του συνολικού φορτίου του πυρήνα μέσω της παρουσίας εσώτερων ηλεκτρονίων είναι γνωστό ως **φαινόμενο θωράκισης ή προάσπισης**.
- Πρακτικά η θωράκιση ενός ηλεκτρονίου ισοδυναμεί με ελάττωση του πυρηνικού φορτίου Z του ατόμου. Το καθαρό πυρηνικό φορτίο που έλκει τελικά ένα ηλεκτρόνιο ονομάζεται **δραστικό πυρηνικό φορτίο (Z^*)**

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Δραστικό πυρηνικό φορτίο (Z^*)

- Η αποτελεσματικότητα της θωράκισης ενός ηλεκτρονίου από εσώτερα ηλεκτρόνια εξαρτάται από τον τύπο του τροχιακού που βρίσκεται το εν λόγω ηλεκτρόνιο.
- Για το τροχιακό $2s$ η ηλεκτρονιακή πυκνότητα πλησίον του πυρήνα είναι μεγαλύτερη από ότι για ένα τροχιακό $2p$. Άρα ένα ηλεκτρόνιο $2s$ έλκεται ισχυρότερα από ένα ηλεκτρόνιο $2p$, δηλαδή δρα επάνω του ισχυρότερο Z^* . Για τον ίδιο λόγο το Z^* είναι ισχυρότερο σε ένα ηλεκτρόνιο $3s$ μετά σε $3p$ και τέλος σε $3d$.

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ατομική ακτίνα;

1. Από τον κύριο κβαντικό αριθμό: Όσο **αυξάνει** ο κύριος κβαντικός αριθμός **αυξάνει** και η ατομική ακτίνα.
2. Από το δραστικό πυρηνικό φορτίο. **Αυξανόμενου** του δραστικού πυρηνικού φορτίου **μειώνεται** η ατομική ακτίνα.

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Πως μεταβάλλεται το μέγεθος των ατόμων σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

• Γενικά σε κάθε περίοδο η ατομική ακτίνα ελαττώνεται καθώς προχωράμε από αριστερά προς τα δεξιά.

Εξήγηση

Καθώς προχωράμε από αριστερά προς τα δεξιά, στην ίδια περίοδο, ο κύριος κβαντικός αριθμός και ο αριθμός των εσωτερικών ηλεκτρονίων παραμένει ο ίδιος ενώ ο ατομικός αριθμός και άρα το πυρηνικό φορτίο αυξάνει.

Έτσι αυξάνει το Z^* και επομένως αυξάνει η έλξη από τον πυρήνα και άρα μειώνεται το μέγεθος.

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Πως μεταβάλλεται το μέγεθος των ατόμων σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

• Γενικά σε κάθε ομάδα η ατομική ακτίνα αυξάνεται καθώς προχωράμε από πάνω προς τα κάτω.

Εξήγηση

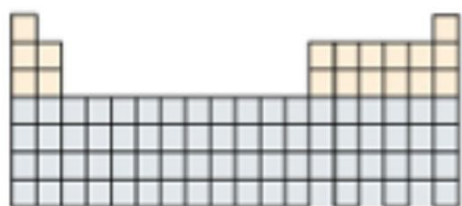
Καθώς προχωράμε από πάνω προς τα κάτω, στην ίδια ομάδα, η αύξηση του αριθμού των εσωτερικών ηλεκτρονίων αντισταθμίζεται από την αύξηση του πυρηνικού φορτίου.

Έτσι ενώ ο κύριος κβαντικός αριθμός αυξάνει, το Z^* παραμένει σταθερό.

Επομένως η ατομική ακτίνα αυξάνει.

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

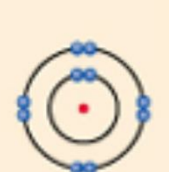
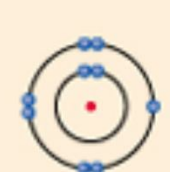
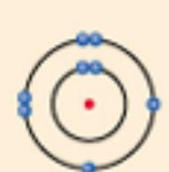
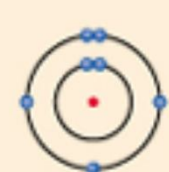
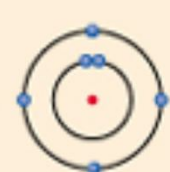
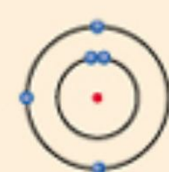
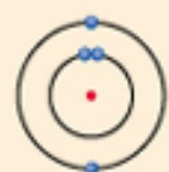
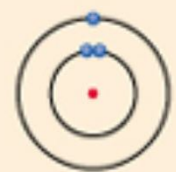
Πως μεταβάλλεται το μέγεθος των ατόμων σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;



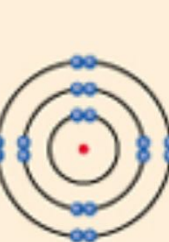
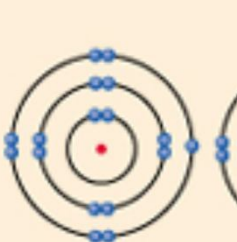
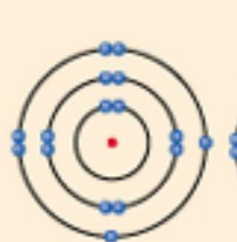
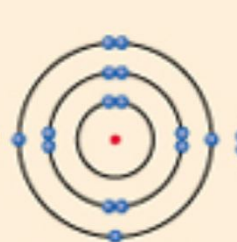
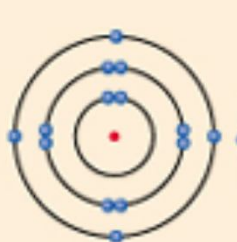
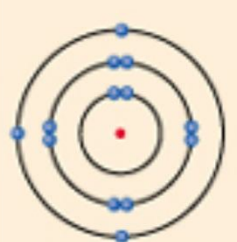
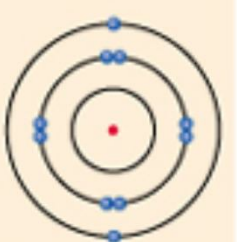
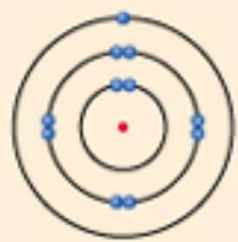
First-period elements



Second-period elements



Third-period elements



ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Πως μεταβάλλεται το μέγεθος των ατόμων σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ																			
ΟΜΑΔΑ	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΠΕΡΙΟΔΟΣ																			
1																			2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg							



*ΛΑΝΘΑΝΙΑΕΣ	*
**ΑΚΤΙΝΙΑΕΣ	**

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Πως μεταβάλλεται το μέγεθος των ατόμων σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

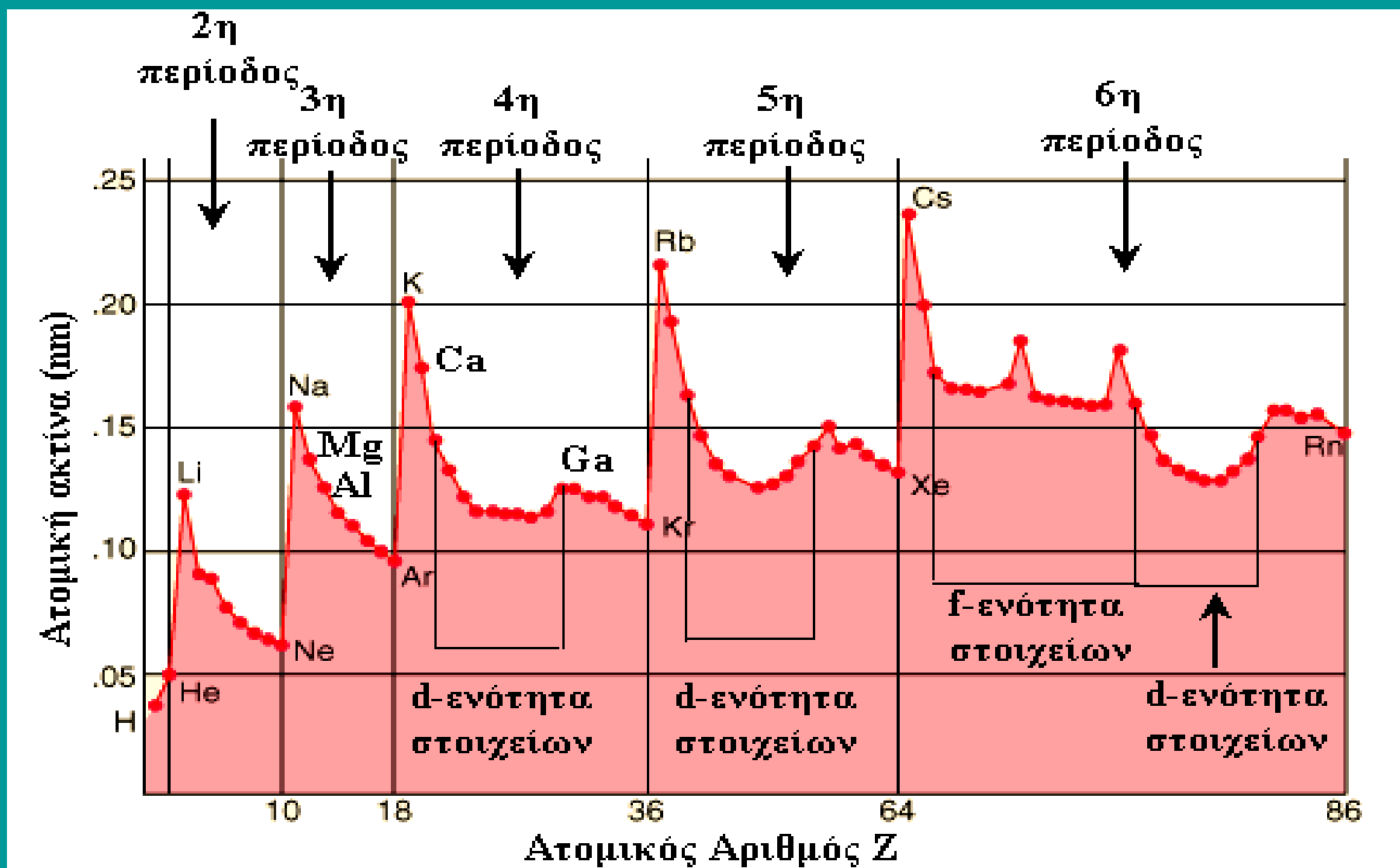
ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ

Τα στοιχεία μετάπτωσης: Σε μια περίοδο, επειδή συμπληρώνονται τα εσωτερικά d τροχιακά, αυξάνει η προάσπιση και επομένως μειώνεται το Z^* . Άρα αυξάνει το μέγεθος. Η μείωση των ακτίνων συνεχίζει κανονικά μετά από κάθε σειρά μετάπτωσης.

Ελάττωση των ατομικών ακτίνων παρατηρείται και στις λανθανίδες και στις ακτινίδες (**λανθανιδική – ακτινιδική συστολή**)

ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

Πως μεταβάλλεται το μέγεθος των ατόμων σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;



ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ

Πως ορίζονται;

Θεωρούμε τα ιόντα ενός κρυστάλλου σαν σκληρές σφαίρες, οπότε οι ακτίνες των ιόντων θα είναι οι ακτίνες των σφαιρών.

Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις ιοντικές ακτίνες;

- Ο ατομικός αριθμός και το φορτίο των ιόντων
- Η κρυσταλλική δομή

ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ

Παράγοντες που επηρεάζουν τις ιοντικές ακτίνες

Ο ατομικός αριθμός και το φορτίο των ιόντων

- Η ιοντική ακτίνα **αυξάνει** ανάλογα με την **ατομική ακτίνα**

(2η ομάδα) : $\text{Be}^{2+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+}$

- Στα ισοηλεκτρονικά ιόντα η ιοντική ακτίνα **ελαττώνεται** καθώς ο **Z μεγαλώνει**, διότι αυξάνει το πυρηνικό φορτίο και ο ηλεκτρονικός φλοιός έλκεται ισχυρότερα

${}_{8}\text{O}^{2-} > {}_{9}\text{F}^{-} > {}_{11}\text{Na}^{+} > {}_{12}\text{Mg}^{2+} > {}_{13}\text{Al}^{3+}$ (έχουν όλα 10 ηλεκτρόνια)

ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ

Παράγοντες που επηρεάζουν τις ιοντικές ακτίνες

Ο ατομικός αριθμός και το φορτίο των ιόντων

- Για μέταλλα που σχηματίζουν περισσότερα του ενός κατιόντα οι ιοντικές ακτίνες ελαττώνονται καθώς το φορτίο μεγαλώνει



Μεγαλύτερη άπωση μεταξύ των 6 ηλεκτρονίων σθένους του Fe^{2+}



- Τα κατιόντα έχουν μικρότερη ακτίνα από τα άτομα ενώ τα ανιόντα μεγαλύτερη



ΙΟΝΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ

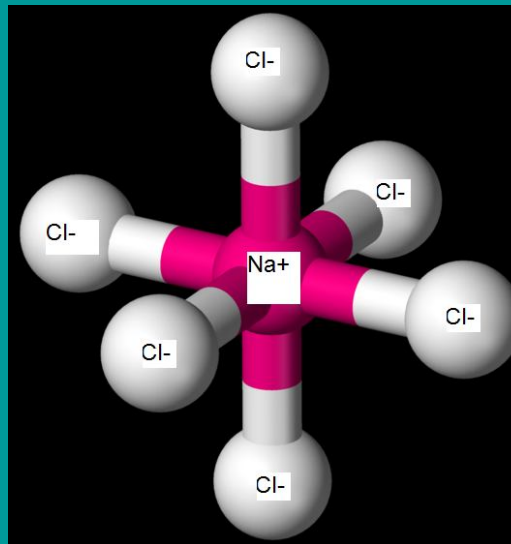
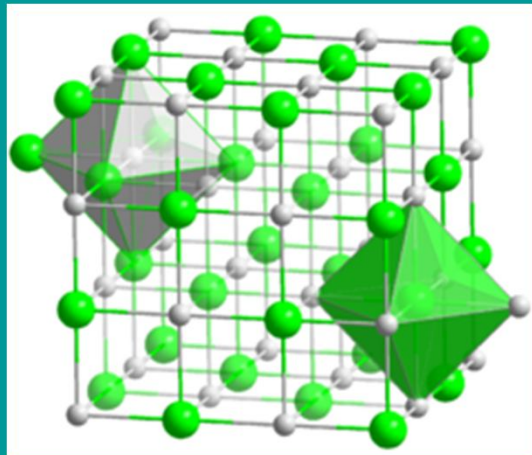
Παράγοντες που επηρεάζουν τις ιοντικές ακτίνες

Η κρυσταλλική δομή

Αριθμός σύνταξης ενός ιόντος είναι ο αριθμός των ετερώνυμων ιόντων που το περιβάλλουν σε ένα κρυσταλλικό πλέγμα.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

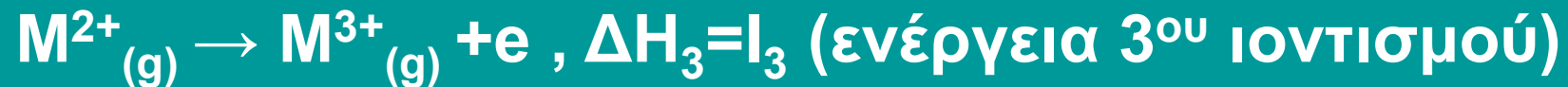
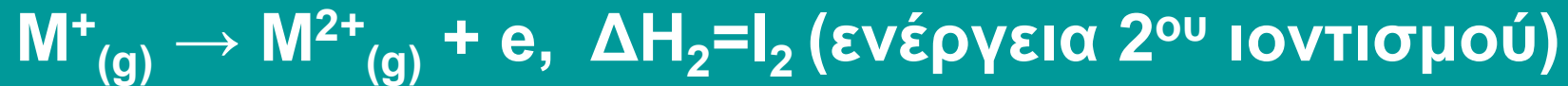
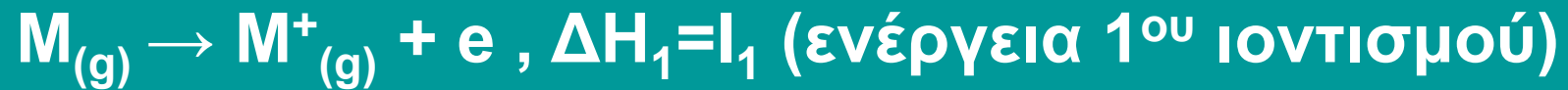
Ο αριθμός σύνταξης του Na^+ στον κρύσταλλο του NaCl είναι 6.



Η αύξηση του αριθμού σύνταξης οδηγεί σε αύξηση της ιοντικής ακτίνας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

Τι είναι η ενέργεια ιοντισμού (I);



$$I_1 < I_2 < I_3$$

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

Ποια ηλεκτρόνια απομακρύνονται κατά τους
ιοντισμούς των στοιχείων;

Απομακρύνονται εκείνα τα ηλεκτρόνια που χρειάζονται τη λιγότερη ενέργεια για να αποσπασθούν, δηλαδή τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας.



ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

Πως μεταβάλλεται η ενέργεια ιοντισμού σε μια ομάδα ή περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του ατόμου τόσο ευκολότερα αποσπώνται ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα.

Επομένως η ενέργεια ιοντισμού μεταβάλλεται αντίστροφα από το μέγεθος (ατομική ακτίνα)

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

Πως μεταβάλλεται η ενέργεια ιονισμού;

Αντίθετα από την ατομική ακτίνα

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ																			
ΟΜΑΔΑ	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΠΕΡΙΟΔΟΣ																			
1	H																		He
2	Li	Be												B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

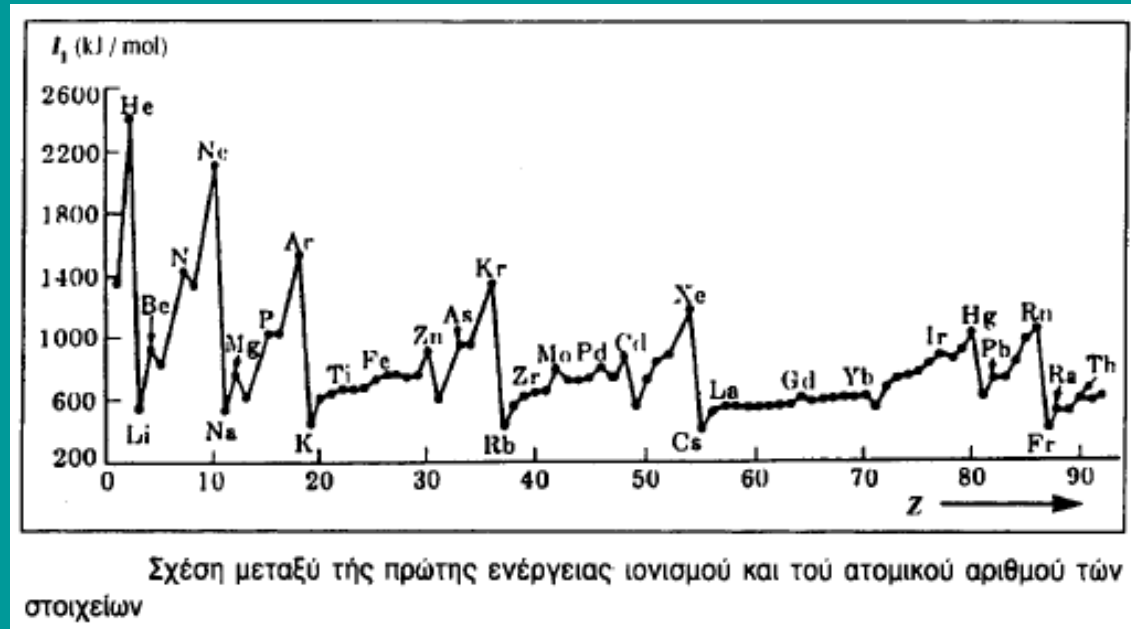


* ΛΑΝΘΑΝΙΑΕΣ	*
** ΑΚΤΙΝΙΑΕΣ	**

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ



- Τα μικρά μέγιστα που εμφανίζονται σε μια περίοδο μπορούν να αποδοθούν στην αυξημένη σταθερότητα των ημισυμπληρωμένων υποστιβάδων.
- Τα στοιχεία των ομάδων $II_A(2)$ και $II_B(12)$ (Be, Mg, Cd και Hg) τα οποία έχουν συμπληρωμένη την εξώτατη υποστιβάδα s, έχουν επίσης μεγαλύτερες ενέργειες ιονισμού από τα αμέσως επόμενα στοιχεία (B, Al, Ga, In και Tl)

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΣΥΓΓΕΝΕΙΑ (E_{ea})

Τι είναι ηλεκτρονιακή συγγένεια;



E = ενέργεια

Μεταβάλλεται όπως και η ενέργεια ιοντισμού

ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Τι είναι ηλεκτραρνητικότητα;

Είναι η τάση των στοιχείων να αποκτούν αρνητικό φορτίο.

Δεν είναι ένα σταθερό μέγεθος, διότι η τιμή της δεν εξαρτάται μόνον από τη δομή του ατόμου αλλά και από τον αριθμό και τη φύση των ατόμων που είναι ενωμένα με το στοιχείο.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Η ηλεκτραρνητικότητα του P είναι διαφορετική στις ενώσεις PF_5 και PCl_3

ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Πως υπολογίζεται;

Με τις μεθόδους Pauling, Allred-Roshow και Mulliken.

Υπολογισμός κατά Mulliken

$$X=1/2(I+A)$$

X= ηλεκτραρνητικότητα

I= ενέργεια ιονισμού

A= ηλεκτρονική συγγένεια

Μας ενδιαφέρουν οι διαφορές της ηλεκτραρνητικότητας .

ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Που χρησιμεύει η γνώση της ηλεκτραρνητικότητας;

Στην πρόβλεψη:

1. Της δραστικότητας ενός στοιχείου
2. του τύπου του δεσμού
3. Της πολικότητας ενός ομοιοπολικού δεσμού

ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Πως μεταβάλλεται;

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ																				
ΟΜΑΔΑ	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ΠΕΡΙΟΔΟΣ																				
1																				2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg								
*ΛΑΝΘΑΝΙΑΕΣ			*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
**ΑΚΤΙΝΙΑΕΣ			**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

ΑΣΚΗΣΗ

Να καταταγούν τα παρακάτω άτομα κατά σειρά αυξανόμενου μεγέθους και κατά σειρά αυξανόμενης ηλεκτραρνητικότητας: ${}_7\text{N}$, ${}_5\text{B}$ και ${}_9\text{F}$

Οι ηλεκτρονικές δομές των ατόμων είναι



Επομένως ανήκει στη **2η περίοδο** και **15η ομάδα**



Επομένως ανήκει στη **2η περίοδο** και **13η ομάδα**



Επομένως ανήκει στη **2η περίοδο** και **17η ομάδα**

Άρα τα άτομα ανήκουν στην ίδια περίοδο. Σε μια περίοδο το μέγεθος αυξάνει από τα δεξιά προς τα αριστερά ενώ η ηλεκτραρνητικότητα αντίθετα. Συνεπώς η ταξινόμηση είναι

Μέγεθος: F, N, B

Ηλεκτραρνητικότητα: B, N, F

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Να καταταγούν τα ${}_{20}\text{Ca}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{33}\text{As}$ κατά σειρά αυξανόμενης ηλεκτροθετικότητας.

Ποια από τα παραπάνω άτομα έλκονται ισχυρά από ένα μαγνητικό πεδίο και γιατί;

2. Να καταταγούν τα παρακάτω άτομα και ιόντα κατά σειρά αυξανόμενου μεγέθους. ${}_{11}\text{Na}^+$, ${}_{8}\text{O}^{2-}$, ${}_{9}\text{F}^-$, ${}_{10}\text{Ne}$ και ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$.

3. Τα χημικά στοιχεία A, B και Γ έχουν τα εξής χαρακτηριστικά.

I. Ο ατομικός αριθμός του A είναι 33.

II. Το B ανήκει στην ίδια περίοδο με το A και ο ατομικός του αριθμός διαφέρει από αυτόν του A κατά 3.

III. Το Γ έχει παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το A και έχει το μικρότερο μέγεθος από όλα τα χημικά στοιχεία της ομάδας του

Να καταταχθούν τα A, B και Γ κατά αύξουσα τιμή ηλεκτραρνητικότητας.

4. Εξηγείστε γιατί η ενέργεια 2^{ου} ιοντισμού (I_2) του ${}_{3}\text{Li}$ είναι μεγαλύτερη από αυτή του ${}_{11}\text{Na}$.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αρχές της Χημείας

P. Atkins - L. Jones – L. Laverman

(Μεταφρασμένο)

Εκδόσεις «Υτορία», Αθήνα 2018

ΚΕΦ. 1ΣΤ, 2Δ.1

2. Βασική Ανόργανη Χημεία

N. Δ. Κλούρας

Εκδόσεις «Π.Τραυλός», Αθήνα 2002

ΚΕΦ. 5