

# 5A

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

### Σύνοψη

Στο Α' μέρος του κεφαλαίου περιγράφεται η σύγχρονη δομή του περιοδικού πίνακα. Επισημαίνεται ότι η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων αντανακλά την περιοδικότητα της ηλεκτρονιακής δόμησης. Ορίζονται οι θεμελιώδεις παράμετροι των στοιχείων: ατομική ακτίνα, ενέργεια πρώτη ionτισμού, ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου, ηλεκτρονιοσυγγένεια, ηλεκτραρνητικότητα, τα οποία καθορίζουν τη φυσική και χημική συμπεριφορά του ατόμου, και δίνεται η περιοδικότητα αυτών. Καταγράφονται οι διαγώνιες συσχετίσεις των στοιχείων του περιοδικού πίνακα και δικαιολογείται η παρατηρούμενη λανθανιδική και ακτινιδική συστολή. Στο Β' μέρος του κεφαλαίου δίνονται ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου και στο Γ' μέρος δίνονται οι απαντήσεις με αναλυτικές εξηγήσεις για την εμπέδωση της θεωρίας.

### Προαπαιτούμενη γνώση

Προαπαιτούμενη γνώση είναι το 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο του βιβλίου Χημείας Λυκείου θετικής κατεύθυνσης.

### 5.1. Εισαγωγή

Ο σημερινός περιοδικός πίνακας είναι αποτέλεσμα πολλών προσπαθειών. Αξίζει να αναφερθούμε στις εργασίες του Άγγλου χημικού Newlands, ο οποίος το 1864 πρότεινε να ταξινομηθούν τα στοιχεία κατά οκτάβες. Η βάση για την αντίληψη του αυτή, ήταν η παρατήρηση που έκανε ότι, αν τα στοιχεία καταταχθούν κατά αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα, κάθε όγδοο στοιχείο παρουσιάζει ανάλογες ιδιότητες με το πρώτο. Τον ίδιο χρόνο, το 1864, ο Γερμανός γιατρός και χημικός Meyer έδειξε ότι υπάρχει μία περιοδική σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων των στοιχείων και της σχετικής ατομικής μάζας.

Την ίδια εποχή, ο Ρώσος καθηγητής της χημείας Mendeleev επικέντρωνε την προσοχή του στο θέμα της συγκρότησης του περιοδικού πίνακα. Ο Mendeleev κατατάσσοντας τα στοιχεία κατ' αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα και έχοντας τη διορατικότητα να αφήνει **κενές θέσεις** (για τα στοιχεία που δεν είχαν ακόμα ανακαλυφθεί), και κάνοντας κάποιες διορθώσεις όσον αφορά στη σειρά ταξινόμησης (γνωστό ως **μειονέκτημα των αναστροφών ή πρωθύστερων**), έφτασε το 1869 σε μια ορθογώνια διάταξη, που μοιάζει με το σύγχρονο περιοδικό πίνακα. Έτσι δημιουργήθηκε ο πρώτος πίνακας ταξινόμησης των 63 γνωστών για την εποχή εκείνη στοιχείων.

Ο σύγχρονος περιοδικός πίνακας έχει απαλλαγεί από την «τυραννία» του ατομικού βάρους. Τα στοιχεία δεν κατατάσσονται πια σε σχέση με τη μάζα αλλά με βάση τον ατομικό αριθμό ( $Z$ ). Ο ατομικός αριθμός καθορίζει την ηλεκτρονιακή δομή, η οποία με τη σειρά της διαμορφώνει τη χημική συμπεριφορά του στοιχείου. Έτσι, η περιοδικότητα στην ηλεκτρονιακή δόμηση αντανακλά την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων.

Στο σύγχρονο περιοδικό σύστημα η κατάταξη των στοιχείων γίνεται σύμφωνα με τον **περιοδικό νόμο του Mosley** (1913):

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

Με βάση τον περιοδικό νόμο του Mosley ο περιοδικός πίνακας συγκροτείται από 16 κατακόρυφες στήλες (ομάδες) και 7 οριζόντιες σειρές (περιόδους). Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα έχουν παρόμοιες ιδιότητες, καθώς τα άτομα τους έχουν ανάλογες ηλεκτρονιακές διαμορφώσεις. Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια περίοδο έχουν ιδιότητες που μεταβάλλονται σε περιοδική συνάρτηση με τον ατομικό τους αριθμό. Με αυτό τον τρόπο διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό η μελέτη των ιδιοτήτων των στοιχείων, αφού περιορίζεται στο ελάχιστο ο όγκος της ύλης που χρειάζεται να απομνημονευθεί.

Σήμερα, έχουν δημοσιευτεί τουλάχιστον 146 διαφορετικές μορφές του. Στην εικόνα 5.1 δίνεται μια από τις συνηθισμένες μορφές ενός σύγχρονου περιοδικού πίνακα.

αλκάλια εκτός του Η

αλκαλικές γαίες

στοιχεία μετάπτωσης

αλογόνα

ευγενή αέρια

EURO USA IUPAC

1	2											3	4	5	6	7	8	9	10	
IA (1)	IIA (2)											IIIB (13)	IVB (14)	VB (15)	VIB (16)	VIIA (17)	VIIIA (18)			
1	2											3	4	5	6	7	8	9	10	
H	He											B	C	N	O	F	Ne			
1.00794	4.002602											10.811	12.011	14.00674	15.9994	18.99840	20.1797			
3	4											13	14	15	16	17	18			
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar			
6.941	9.012182											26.98154	28.0855	30.97376	32.066	35.4527	39.948			
11	12	13	14	15	16	17	18													
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar													
22.98977	24.3050	26.98154	28.0855	30.97376	32.066	35.4527	39.948													
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
39.0983	40.078	44.955910	47.867	50.9415	51.9961	54.9380	55.845	58.93320	58.6934	63.546	65.39	69.723	72.61	74.92159	78.96	79.904	83.80			
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
85.4678	87.62	88.90585	91.224	92.90638	95.94	98.9069	101.07	102.90550	106.42	107.8682	112.411	114.818	118.710	121.760	127.60	126.90447	131.29			
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
132.90545	137.327	138.9055	178.49	180.9479	183.84	186.207	190.23	192.22	195.078	196.96654	200.59	204.3833	207.2	208.98037	208.9824	209.9871	222.0176			
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	114	116	118						
Fr	Ra	†Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uuq	Uuh	Uuo						
223.0197	226.0254	227.0277	261.1089	262.1144	263.118	262.12	265.1306	(268)	(269)	(272)	(277)	(289)	(289)	(293)						

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.116	140.90765	144.24	144.9127	150.36	151.965	157.25	158.92534	162.50	164.93032	167.26	168.93421	173.04	174.967

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.0381	231.03688	238.0289	237.0482	244.0642	243.0614	247.07003	247.0703	251.0796	252.083	257.0951	258.10584	259.1011	262.110

Εικόνα 5.1 Γενικό σχήμα περιοδικού πίνακα, στον οποίο αναγράφονται οι πιο χαρακτηριστικές κατηγορίες στοιχείων.

### 5.1.1. Οι διαφωνίες για τον περιοδικό πίνακα

Τρεις βασικά είναι οι διαφωνίες που διατυπώνονται σχετικά με τον τρόπο παρουσίασης του περιοδικού πίνακα:

- Έχουν προταθεί τρία διαφορετικά συστήματα αρίθμησης των ομάδων του περιοδικού πίνακα: α) το «Αμερικάνικο», με λατινικούς αριθμούς από I έως VIII β) το «Ευρωπαϊκό» επίσης με λατινικούς αριθμούς από I έως VIII και γ) το προταθέν από την IUPAC, με αραβικούς αριθμούς από 1 έως 18 (εικόνα 5.1). Ωστόσο, απ' όλα αυτά τα συστήματα αρίθμησης των ομάδων, τείνει να επικρατήσει η πρόταση της IUPAC.
- Με βάση την παλαιά αρίθμηση οι ομάδες υποδιαιρούνται σε κύριες ομάδες (ομάδες A), δευτερεύουσες (ομάδες B), την VIII που αποτελείται από τρεις ομάδες και την ομάδα των ευγενών αερίων. Στο αμερικάνικο σύστημα, που έχει επικρατήσει έναντι του ευρωπαϊκού, οι δευτερεύουσες ομάδες (B) καταλαμβάνουν τις μεσαίες στήλες του περιοδικού πίνακα και περιλαμβάνουν τα στοιχεία μετάπτωσης.
- Δεύτερη διαφωνία αφορά τη θέση του υδρογόνου στον περιοδικό πίνακα. Οι περισσότεροι επιστήμονες τοποθετούν το υδρογόνο στην 1<sup>η</sup> ομάδα (IA) μαζί με τα αλκάλια, αφού έχουν ανάλογη ηλεκτρονιακή διαμόρφωση. Ωστόσο, το υδρογόνο είναι αέριο και όχι μέταλλο, συνεπώς η τοποθέτηση του με τα αλκάλια θεωρείται ανάρμοστη. Η χημική συμπεριφορά του υδρογόνου μοιάζει με αυτή των αλογόνων, όμως, η τοποθέτηση του με τα αλογόνα είναι προβληματική, καθώς η ηλεκτρονιακή του δομή δεν είναι συμβατή με τη θέση αυτή. Έτσι, πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η σωστή θέση του υδρογόνου είναι έξω από το «κύριο σώμα» του περιοδικού πίνακα, μόνο του, υπό μορφή παραρτήματος.
- Η τρίτη διαφωνία αφορά το παράρτημα που βρίσκεται στο κάτω μέρος του περιοδικού πίνακα και αφορά τις λανθανίδες και ακτινίδες. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η θέση του λανθανίου (La) είναι στο κύριο σώμα του περιοδικού πίνακα (ομάδα 3, περίοδος 6), ενώ άλλοι ότι βρίσκεται στο αριστερό άκρο του παραρτήματος των λανθανιδών. Οι ίδιες αντιρρήσεις διατυπώνονται για και για το ακτίνιο (Ac). Η ίδια ασυμφωνία δυστυχώς επεκτείνεται και στο άλλο

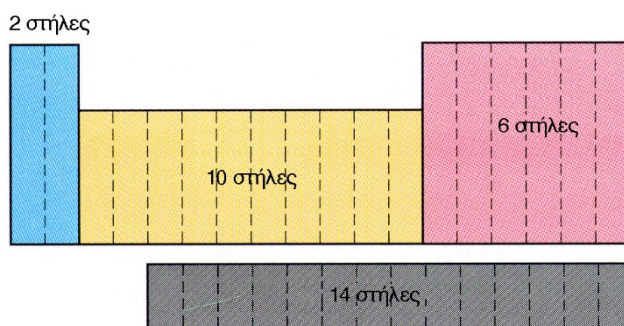
άκρο του παραρτήματος (το τελευταίο στοιχείο) των λανθανίδων. Ορισμένοι ερευνητές διατείνονται ότι το στοιχείο λουτέτσιο (Lu) θα πρέπει να αποτελεί το δεξιό άκρο του παραρτήματος των λανθανίδων και ορισμένοι υποστηρίζουν ότι η θέση του είναι στο κύριο σώμα του περιοδικού πίνακα (ομάδα 3, περίοδος 7). Το ίδιο ισχύει και για το στοιχείο λωρέντσιο (Lr).

Στον περιοδικό πίνακα οργανώνονται πληροφορίες πάσης φύσεως που αφορούν τη φυσική και χημική συμπεριφορά των στοιχείων, καθώς και των ενώσεων τους. Ο περιοδικός πίνακας μας επιτρέπει να συσχετίσουμε τη συμπεριφορά ενός στοιχείου με τη θέση που έχει στον πίνακα. Μια πρώτη εκτίμηση της λογικής αυτής μπορούμε να αντιληφθούμε με τη διάκριση των στοιχείων σε μέταλλα και αμέταλλα.

Τα αμέταλλα καταλαμβάνουν το πάνω δεξιό κομμάτι του περιοδικού πίνακα και κατέχουν περίπου το 1/4 της συνολικής του έκτασης, ενώ τα μέταλλα καταλαμβάνουν σχεδόν όλο το υπόλοιπο κομμάτι του πίνακα, δηλαδή τα 3/4 αυτού. Στη διαχωριστική γραμμή μεταξύ αυτών, ή κοντά σ' αυτή, βρίσκονται τα **ημιμέταλλα ή μεταλλοειδή**, που έχουν ιδιότητες τόσο των μετάλλων όσο και των αμετάλλων (εικόνα 5.1).

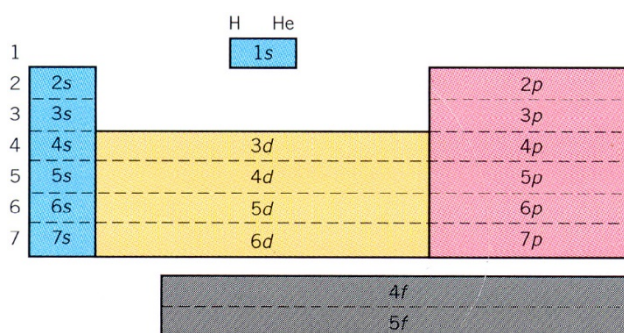
## 5.2. Δομή του Περιοδικού Πίνακα σε σχέση με την ηλεκτρονιακή δόμηση των ατόμων

Η ηλεκτρονιακή δομή αποτελεί τη βάση του περιοδικού πίνακα, καθώς η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων αντανακλά την περιοδικότητα που χαρακτηρίζει την ηλεκτρονιακή δόμηση. Η σύνταξη δηλαδή του περιοδικού πίνακα, βασίζεται στις αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης. Έτσι, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.2, μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις χαρακτηριστικές περιοχές (τομείς).



**Εικόνα 5.2** Ο περιοδικός πίνακας συγκροτείται από τέσσερις περιοχές. Η καθεμιά αποτελείται από 2, 6, 10 και 14 στήλες, όσος είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων που χωρούν αντίστοιχα οι υποστιβάδες s, p, d και f.

Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια στήλη (ομάδα) έχουν την ίδια ηλεκτρονιακή διαμόρφωση στην υποστιβάδα σθένους τους. Αυτό δικαιολογεί το γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν παρόμοιες ιδιότητες. Η μόνη διαφορά είναι ότι οι υποστιβάδες σθένους των στοιχείων μιας ομάδας αντιστοιχούν σε διαφορετικές τιμές του κύριου κβαντικού αριθμού  $n$ . Αυτό συμβαίνει επειδή κατά μήκος μιας περιόδου συμπληρώνεται μια στιβάδα. Η συμπλήρωση των υποστιβάδων κατά μήκος μιας περιόδου ακολουθεί την εικόνα 5.3:



**Εικόνα 5.3** Σειρά πλήρωσης υποστιβάδων κατά μήκος μιας περιόδου.

### 5.2.1. Τομείς Περιοδικού Πίνακα

Τομέας περιοδικού πίνακα είναι ένα σύνολο στοιχείων των οποίων τα άτομα έχουν το ίδιο είδος ηλεκτρονίων σθένους (με τη μεγαλύτερη ενέργεια), π.χ.  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ή  $f$ .

#### Τομέας $s$

Ο τομέας  $s$  περιλαμβάνει την ομάδα ΙΑ (ή 1) των αλκαλίων και την ομάδα ΙΙΑ (ή 2) των αλκαλικών γαιών. Επιπλέον, στον τομέα αυτό ανήκει το υδρογόνο. Η ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων του  $s$  τομέα είναι:

- [ευγενές αέριο] $ns^x$  με  $x = 1$  ή  $2$

#### Τομέας $p$

Ο τομέας  $p$  περιλαμβάνει 6 κύριες ομάδες στοιχείων: την ομάδα του βορίου, του άνθρακα, του αζώτου, του θείου, των αλογόνων και των ευγενών αερίων. Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των στοιχείων του τομέα  $p$  είναι:

- [ευγενές αέριο] $ns^2np^x$  με  $1 \leq x \leq 6$

#### Τομέας $d$

Ο τομέας αυτός περιλαμβάνει τα στοιχεία μετάπτωσης. Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των στοιχείων του τομέα  $d$  είναι:

- [ευγενές αέριο] $ns^2(n-1)d^x$  με  $1 \leq x \leq 10$

#### Τομέας $f$

Στον τομέα αυτό ανήκουν οι *λανθανίδες* και οι *ακτινίδες*. Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των στοιχείων του  $f$  τομέα είναι:

- [ευγενές αέριο] $ns^2(n-1)d^1(n-2)f^x$  με  $1 \leq x \leq 14$

### 5.2.2. Δόμηση κατά Περιόδους

Σε κάθε περίοδο του περιοδικού πίνακα συμπληρώνεται μια ηλεκτρονιακή στιβάδα. Αναλυτικότερα έχουμε:

#### Πρώτη περίοδος

Στην πρώτη περίοδο το άτομο του **H** έχει τη δομή  $1s^1$  και το άτομο του **He**  $1s^2$ . Έτσι, συμπληρώνεται η πρώτη στιβάδα (στιβάδα  $K$ ,  $n = 1$ ).

#### Δεύτερη περίοδος

Στη δεύτερη περίοδο του περιοδικού πίνακα δομείται η δεύτερη ηλεκτρονιακή στιβάδα (στιβάδα  $L$ ,  $n = 2$ ), αρχίζοντας από το άτομο του  ${}^3\text{Li}$  που έχει τη δομή  $[\text{He}]2s^1$  και τελειώνοντας με το άτομο του  ${}^{10}\text{Ne}$ :  $[\text{He}]2s^22p^6$ . Η περίοδος αυτή αποτελείται από οκτώ στοιχεία, όσος είναι και ο απαιτούμενος αριθμός των ηλεκτρονίων για τη δόμηση της στιβάδας  $L$ .

#### Τρίτη περίοδος

Η τρίτη περίοδος του περιοδικού πίνακα αποτελείται από οκτώ στοιχεία, αρχίζοντας από το  ${}^{11}\text{Na}$  (με δομή  $[\text{Ne}]3s^1$ ) και τελειώνοντας με το άτομο του  ${}^{18}\text{Ar}$  (με δομή  $[\text{Ne}]3s^23p^6$ ). Στην περίοδο αυτή δομείται η στιβάδα  $M$ .

#### Τέταρτη περίοδος

Η τέταρτη περίοδος του περιοδικού πίνακα περιλαμβάνει δεκαοκτώ στοιχεία. Η περίοδος αυτή αρχίζει με το  ${}^{19}\text{K}$  (με δομή  $[\text{Ar}]4s^1$ ) και τελειώνει με άτομο  ${}^{36}\text{Kr}$  (με δομή  $[\text{Ar}]4s^23d^{10}4p^6$ ). Η περίοδος αυτή περιλαμβάνει την *πρώτη σειρά των στοιχείων μετάπτωσης*, όπου συμπληρώνεται η υποστιβάδα  $3d$ .

### Πέμπτη περίοδος

Η πέμπτη περίοδος του περιοδικού πίνακα δομείται επίσης με δεκαοκτώ στοιχεία και περιλαμβάνει τη *δεύτερη σειρά των στοιχείων μετάπτωσης*, όπου συμπληρώνεται η υποστιβάδα 4*d*.

### Έκτη περίοδος

Η έκτη περίοδος του περιοδικού πίνακα περιλαμβάνει τριάντα δύο στοιχεία. Η περίοδος αυτή περιλαμβάνει την *τρίτη σειρά των στοιχείων μετάπτωσης*, όπου δομείται η υποστιβάδα 5*d*.

Αμέσως μετά το **La**, τα 4*f* ηλεκτρόνια αποκτούν χαμηλότερη ενέργεια από τα 5*d* γι' αυτό και αρχίζει η διαδοχική πλήρωση των 4*f* τροχιακών με 14 ηλεκτρόνια. Τα 14 αυτά στοιχεία ονομάζονται λανθανίδες (παλαιότερα σπάνιες γαίες) και παρουσιάζουν παρόμοιες ιδιότητες. Αυτό οφείλεται στη διαφορετική δόμηση της εσωτερικής υποστιβάδας 4*f*, αφού η δόμηση της εξωτερικής στιβάδας (που κυρίως καθορίζει τις ιδιότητες των στοιχείων) παραμένει ίδια. Οι λανθανίδες ουσιαστικά ανήκουν στην III*B* ομάδα, γι' αυτό και θα έπρεπε να τοποθετηθούν στην ίδια θέση στον περιοδικό πίνακα με το λανθάνιο, όμως, τοποθετούνται σε ιδιαίτερη σειρά στο κάτω μέρος του περιοδικού πίνακα. Μετά τη συμπλήρωση της υποστιβάδας 4*f*, ακολουθεί η δόμηση της 5*d* (που είχε αρχίσει με το <sup>57</sup>**La**: [Xe]6*s*<sup>2</sup>5*d*<sup>1</sup>) και ολοκληρώνεται με τον <sup>80</sup>**Hg**: [Xe]6*s*<sup>2</sup>4*f*<sup>14</sup>5*d*<sup>10</sup> (τρίτη σειρά στοιχείων μετάπτωσης). Η έκτη περίοδος κλείνει με τη συμπλήρωση της υποστιβάδας 6*p*, με τελευταίο το <sup>86</sup>**Rn**: [Xe]6*s*<sup>2</sup>4*f*<sup>14</sup>5*d*<sup>10</sup>6*p*<sup>6</sup> που είναι και το τελευταίο ευγενές αέριο.

### Έβδομη περίοδος

Με εντελώς ανάλογο τρόπο, όπως η έκτη περίοδος, δομείται η έβδομη περίοδος, αρχίζοντας με το στοιχείο <sup>87</sup>**Fr**: [Rn]7*s*<sup>1</sup>. Η περίοδος αυτή περιλαμβάνει τη *σειρά των ακτινίδων*, που αρχίζει από το <sup>90</sup>**Th** και τελειώνει με το <sup>103</sup>**Lr**.

Οι ακτινίδες είναι ραδιενεργά στοιχεία και έχουν παρεμφερείς ιδιότητες, όπως οι λανθανίδες, αφού διαφέρουν μόνο σε ηλεκτρόνια εσωτερικών τους στιβάδων. Η θέση τους στον περιοδικό πίνακα είναι κανονικά μαζί με το <sup>89</sup>**Ac** (III*B*, 7<sup>η</sup> περίοδος). Επειδή όμως αυτό παρουσιάζει δυσκολίες, τοποθετούνται όπως οι λανθανίδες, σε χωριστή σειρά έξω από τον κύριο πίνακα.

Τέλος, τα υπόλοιπα στοιχεία με *Z*>103 είναι ασταθή (βραχύβια) και δέχονται τα επιπλέον ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 6*d*.

## 5.3. Περιοδικές ιδιότητες των στοιχείων και των ενώσεών τους

Ορισμένες ιδιότητες των στοιχείων μεταβάλλονται μονοτονικά σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό. Οι μονοτονικά μεταβαλλόμενες ιδιότητες οφείλονται κυρίως στην ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των εσωτερικών υποστιβάδων.

Οι περιοδικά μεταβαλλόμενες ιδιότητες έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της συσχέτισής τους με τη χημική συμπεριφορά των στοιχείων και οφείλονται κυρίως στην ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των υποστιβάδων σθένους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα *θεμελιώδη χαρακτηριστικά του ατόμου*, όπως είναι η ατομική ακτίνα, η ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτρονιοσυγγένεια, τα οποία καθορίζουν τη φυσική και χημική συμπεριφορά του ατόμου.

### 5.3.1. Διαγώνιες συσχετίσεις

Αποτέλεσμα των περιοδικά μεταβαλλόμενων ιδιοτήτων είναι οι *διαγώνιες συσχετίσεις* οι οποίες αφορούν ομοιότητες στη χημική συμπεριφορά που παρουσιάζουν στοιχεία (κυρίως της 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> περιόδου του περιοδικού πίνακα). Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων διαγωνιακών σχέσεων είναι:

- **Λίθιο - μαγνήσιο**

Η χημική συμπεριφορά του **Li** διαφέρει από αυτή των άλλων στοιχείων της IA ομάδας, ενώ προσεγγίζει τις ιδιότητες του **Mg**:

<u>Li</u>	Be	B	C
Na	<u>Mg</u>	Al	Si

- **Βηρύλλιο – αργίλιο**  
Το Be έχει παρόμοιες ιδιότητες με το Al.

Li	<u>Be</u>	B	C
Na	Mg	<u>Al</u>	Si

- **Βόριο - πυρίτιο**

<u>B</u>	C	N
Al	<u>Si</u>	P

Τόσο το B όσο και το Si δεν εμφανίζουν μεταλλικές ιδιότητες, ενώ σχηματίζουν πτητικά πολύ δραστικά υδρίδια.

Τέλος, να επισημάνουμε ότι και η γραμμή διαχωρισμού μεταξύ μετάλλων και αμετάλλων είναι διαγώνια.

### 5.3.2. Περιοδικότητα σημείου τήξης και σημείου ζέσης

Τα σημεία ζέσης και τα σημεία τήξης μπορούν να θεωρηθούν ότι εκφράζουν το μέτρο των δεσμών μεταξύ των δομικών μονάδων της ύλης (ατόμων ή μορίων). Στην περίπτωση των αλογόνων έχουμε δραματική μεταβολή των σ.τ με την αύξηση του ατομικού αριθμού (Z). Γι' αυτό τα δύο πρώτα αλογόνα ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ) είναι αέρια με ανοικτό πράσινο χρώμα, το  $Br_2$  είναι υγρό με σκούρο κόκκινο χρώμα και το  $I_2$  και  $At_2$  είναι στερεά με μαύρο χρώμα. Την ίδια τάση παρουσιάζουν και τα σ.ζ των αλογόνων, δηλαδή αυξάνονται από πάνω προς τα κάτω. Τα αλκάλια, ωστόσο, ακολουθούν την αντίθετη πορεία: τα σ.ζ και σ.τ μειώνονται με την αύξηση του ατομικού αριθμού (Z).

Όσον αφορά τη μεταβολή των σ.τ των στοιχείων κατά μήκος μιας περιόδου, αυτή αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά, μέχρι π.χ. τον άνθρακα, όπου παίρνει τη μέγιστη τιμή. Ακολουθεί απότομη πτώση και συνεχής μείωση του σ.τ.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι διαπιστώνεται μια περιοδική μεταβολή στα σημεία τήξης (και κατά αναλογία στα σημεία ζέσης), σύμφωνα με την οποία οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές αντιστοιχούν σε στοιχεία με ανάλογη ηλεκτρονιακή διαμόρφωση.

### 5.3.3. Περιοδικότητα πυκνότητας

Οι πυκνότητες των στοιχείων μεταβάλλονται περιοδικά σε συνάρτηση με τον ατομικό τους αριθμό. Έτσι, με ελάχιστες εξαιρέσεις, η πυκνότητα αυξάνεται κατά μήκος μιας ομάδας από πάνω προς τα κάτω. Σε μια περίοδο η πυκνότητα καταρχάς αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά και κατόπιν ελαττώνεται. Η καμπύλη μεταβολής της πυκνότητας σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό εμφανίζει ελάχιστα στα αλκάλια και μέγιστα στις μεσαίες ομάδες του περιοδικού πίνακα (στοιχεία μετάπτωσης).

Τα στοιχεία με τις μέγιστες τιμές πυκνότητας βρίσκονται στο κέντρο της έκτης περιόδου και είναι τα Os, Ir και Pt (με πυκνότητα περίπου  $22 \text{ g cm}^{-3}$ ).

### 5.3.4. Περιοδική τάση των ιδιοτήτων των ενώσεων

Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων εμφανίζεται και στις ενώσεις των στοιχείων. Για παράδειγμα κατά μήκος της τρίτης περιόδου στα οξείδια:

- $Na_2O$ ,  $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_2$ ,  $Cl_2O$

παρατηρείται μια βαθμιαία ελάττωση του ιοντικού και αύξηση του ομοιοπολικού χαρακτήρα. Αυτό έχει ως συνέπεια τη διαδοχική μείωση του βασικού χαρακτήρα και την αύξηση του όξινου χαρακτήρα των οξειδίων. Έτσι, τα  $Na_2O$  και  $MgO$  είναι βασικά οξείδια, το  $Al_2O_3$  είναι επαμφοτερίζον, ενώ τα  $SiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $SO_2$ ,  $Cl_2O$  είναι όξινα οξείδια, με σταδιακή αύξηση του όξινου χαρακτήρα τους. Παράλληλα παρατηρείται μείωση του



σημείου βρασμού και του σημείου τήξεως των οξειδίων κατά μήκος της περιόδου του πίνακα, από αριστερά προς τα δεξιά.

Αυτή η περιοδική τάση της χημικής συμπεριφοράς εκδηλώνεται και σε πολλές άλλες ενώσεις, όπως για παράδειγμα στα χλωρίδια των στοιχείων της τρίτης περιόδου:

- NaCl, MgCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, SiCl<sub>4</sub>, PCl<sub>5</sub>, SCl<sub>2</sub>

Στην περίπτωση αυτή των χλωριούχων ενώσεων παρατηρείται κατά μήκος της περιόδου μια βαθμιαία ελάττωση του ιοντικού και αύξηση του ομοιοπολικού χαρακτήρα. Επίσης, παρατηρείται βαθμιαία μεταβολή των φυσικών ιδιοτήτων των ενώσεων, από στερεά (αριστερό άκρο) σε πτητικά υγρά (δεξιό άκρο).

## 5.4. Ατομική ακτίνα

### 5.4.1. Ορισμοί

#### Ομοιοπολική ακτίνα απλού δεσμού (single-bond covalent radius), $r_{cov}$

Η ομοιοπολική ακτίνα ισούται με το ήμισυ του μήκους του ομοιοπολικού δεσμού, δηλαδή της διαπυρηνικής απόστασης μεταξύ δύο ομοιοπολικά με απλό δεσμό ενωμένων ομοιοπυρηνικών ατόμων.

#### Ακτίνα Van der Waals, $r_{vdw}$

Η ακτίνα van der Waals ισούται με το ήμισυ της απόστασης δύο ομοιοπυρηνικών ατόμων τα οποία βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους, χωρίς όμως να συνδέονται με ομοιοπολικό δεσμό.

#### Ιοντικές ακτίνες (ionic radii), $r_{ion}$

Οι ιοντικές ακτίνες αναφέρονται στις ακτίνες ιόντων στοιχείων σε ιοντικές ενώσεις.

Εμπειρικά, η ακτίνα ενός ελεύθερου ατόμου δίνεται από την εξίσωση:

$$r = n^{*2} \cdot a_0 / Z^*$$

όπου,

$n^*$ : ο **δραστικός κβαντικός αριθμός** του τελευταίου κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση ηλεκτρονίου (αυτού με τη μέγιστη ενέργεια), ο οποίος συνδέεται με τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$  με την αντιστοιχία:

$n =$	1	2	3	4	5	6
$n^* =$	1,0	2,0	3,0	3,7	4,0	4,2

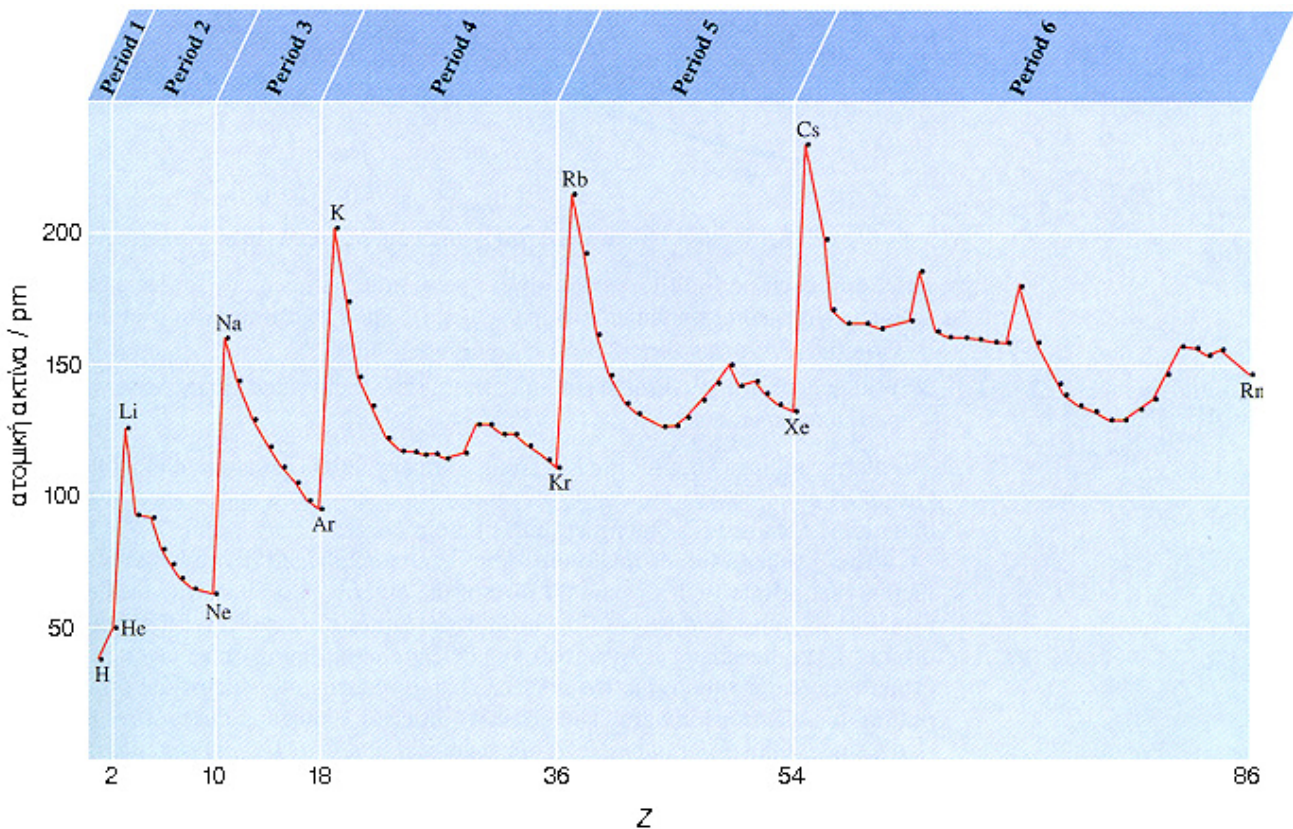
$a_0$ : η ακτίνα του Bohr (= 53 pm)

Επίσης, θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι:

1. Τα κατιόντα έχουν γενικώς μικρότερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα τους.
2. Τα ανιόντα έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από το αντίστοιχο άτομο, αφού προστίθενται ηλεκτρόνια στο άτομο.
3. Μεταξύ ισοηλεκτρονιακών ιόντων, μεγαλύτερη ακτίνα έχει το ανιόν, αφού έχει μικρότερο δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$

### 5.4.2. Περιοδικότητα ατομικής ακτίνας

Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα το μέγεθος του ατόμου αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω. Αυτό οφείλεται στη αύξηση του κύριου κβαντικού αριθμού  $n$ , η οποία είναι πολύ πιο σημαντική σε σύγκριση με την μικρή αύξηση που προκαλείται στο δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ . Αντίθετα, σε μια περίοδο η ατομική ακτίνα μειώνεται από αριστερά προς τα δεξιά, καθώς αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ , ενώ ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  παραμένει σταθερός (βλέπε εμπειρική εξίσωση).



**Εικόνα 5.4** Η περιοδικότητα της ατομικής ακτίνας. Η καμπύλη μεταβολής της ατομικής ακτίνας ( $r_{cov}$ ) σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό εμφανίζει μέγιστα στα αλκάλια και σταδιακή μείωση μέχρι τα ευγενή αέρια, ενώ παρατηρούνται αξιοσημείωτες αποκλίσεις στα στοιχεία  $d$  και  $f$ .

### 5.4.3. Αποκλίσεις στα στοιχεία μετάπτωσης

Στα στοιχεία μετάπτωσης παρατηρούνται αποκλίσεις από το γενικό κανόνα της μείωσης της ατομικής ακτίνας από αριστερά προς τα δεξιά σε μια περίοδο του περιοδικού πίνακα. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση του πυρηνικού φορτίου, που αντιπροσωπεύει η αύξηση του ατομικού αριθμού μετριάζεται λόγω θωράκισης που προκαλούν τα  $d$  ηλεκτρόνια. Γι' αυτό η αύξηση του ατομικού αριθμού κατά μήκος μιας περιόδου, συνοδεύεται από μικρή ελάττωση της ατομικής ακτίνας ή ακόμα σε ορισμένες περιπτώσεις και με αύξηση της ατομικής ακτίνας.

### 5.4.4. Λανθανιδική και ακτινιδική συστολή

Στις λανθανίδες και ακτινίδες η θωράκιση που προκαλούν τα  $f$  ηλεκτρόνια δεν είναι αποτελεσματική, επειδή τα  $f$  τροχιακά είναι πολύ διάχυτα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αύξηση του πυρηνικού φορτίου κατά μήκος μιας περιόδου από αριστερά προς τα δεξιά να προκαλεί έντονη μείωση της ατομικής ακτίνας (λανθανιδική και ακτινιδική συστολή).

Επίσης, η λανθανιδική και ακτινιδική συστολή έχει σημαντικές επιπτώσεις στις φυσικές και χημικές ιδιότητες ορισμένων στοιχείων. Για παράδειγμα η δραστική μείωση του μεγέθους των ατόμων σε συνδυασμό με την παράλληλη αύξηση της μάζας τους έχει ως αποτέλεσμα οι λανθανίδες, οι ακτινίδες και τα στοιχεία της τρίτης και τέταρτης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης να έχουν σχετικά υψηλές τιμές πυκνότητας.

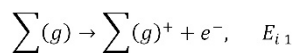


## 5.5. Ενέργεια ιοντισμού

### 5.5.1. Ενέργεια πρώτου ιοντισμού

Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από ελεύθερο άτομο, που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και σε αέρια φάση, ονομάζεται ενέργεια πρώτου ιοντισμού (first ionization energy) και συμβολίζεται με  $E_{i1}$ .

Δηλαδή έχουμε:



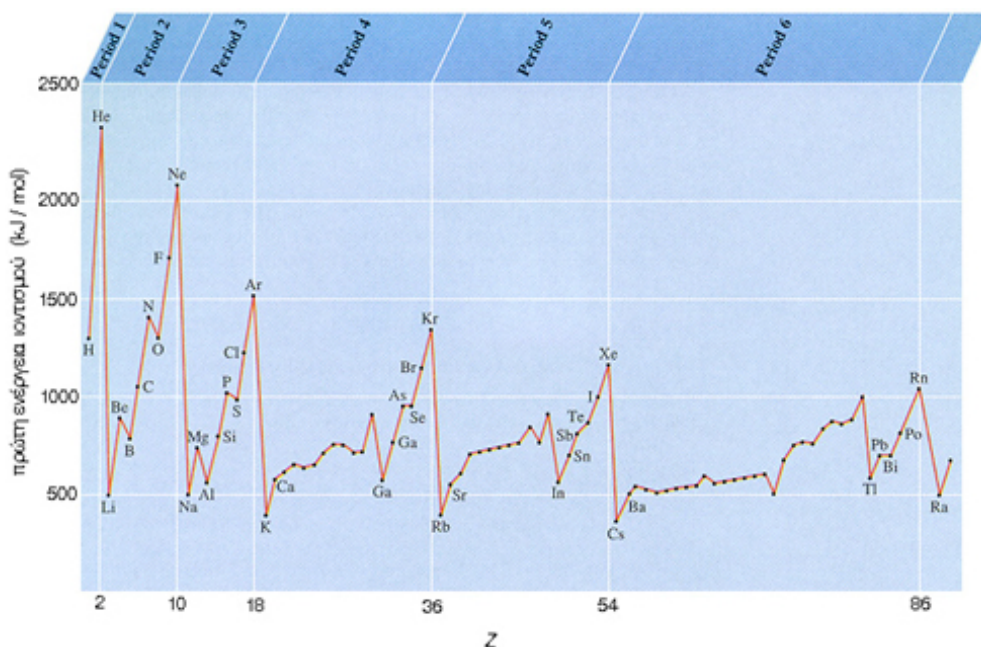
Η εμπειρική σχέση που συνδέει την πρώτη ενέργεια ιοντισμού ενός πολυηλεκτρονιακού ατόμου με την ενέργεια ιοντισμού του ατόμου του υδρογόνου  $E_{iH}$ :

$$E_{i1} = (Z^{*2}/n^{*2})E_{iH}$$

Με βάση την παραπάνω ανάπτυξη έχουμε:

**Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα η ενέργεια πρώτου ιοντισμού,  $E_{i1}$ , ελαττώνεται από πάνω προς τα κάτω**, καθώς αυξάνεται ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  (ή ο δραστικός κβαντικός αριθμός  $n^*$ ). Η μικρή αύξηση που επέρχεται στο δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ , έχει δευτερεύοντα ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής του  $E_{i1}$ .

**Σε μια περίοδο η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά**, καθώς αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ , ενώ ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  παραμένει σταθερός.



**Εικόνα 5.5** Διαγραμματική απεικόνιση της περιοδικότητας που έχει η πρώτη ενέργεια ιοντισμού ( $E_{i1}$ ). Η καμπύλη μεταβολής του  $E_{i1}$  σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό εμφανίζει ελάχιστα στα αλκάλια και σταδιακή αύξηση των τιμών (με διακυμάνσεις) μέχρι τα ευγενή αέρια, ενώ παρατηρούνται αξιοσημείωτες αποκλίσεις στα στοιχεία  $d$  και  $f$ .

Όπως και στην περίπτωση της ατομικής ακτίνας, η μεταβολή της πρώτης ενέργειας ιοντισμού κατά μήκος μιας σειράς στοιχείων μετάπτωσης ή των λανθανίδων ή ακτινίδων είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με

τις αντίστοιχες μεταβολές που παρατηρούνται στις κύριες (A) ομάδες. Αυτό συμβαίνει επειδή στις περιπτώσεις αυτές, η αύξηση του πυρηνικού φορτίου, που αντιπροσωπεύει η αύξηση του ατομικού αριθμού, μετριάζεται λόγω θωράκισης που προκαλούν τα  $(n-1)d$  ή  $(n-2)f$  ηλεκτρόνια στα εξωτερικά  $ns$  ηλεκτρόνια. Επιπλέον, θα πρέπει να επικαλεστούμε την αξιολογούμενη σταθερότητα των ημισυμπληρωμένων δομών  $d^5$  και  $f^7$  που δικαιολογεί αντίστοιχες αποκλίσεις στις μεταβολές των ενεργειών ιοντισμού.

Επίσης, η αύξηση της ενέργειας ιοντισμού κατά μήκος μιας περιόδου δεν είναι ομαλή και παρατηρούνται αρκετές διακυμάνσεις, όπως απεικονίζονται στην εικόνα 5.5. Χαρακτηριστικά αναφέρονται:

1. Η πτώση της 1ης ενέργειας ιοντισμού από τα στοιχεία της ομάδας ΠΑ ( $ns^2$ ) στα στοιχεία της ομάδας ΠΙΑ ( $ns^2np^1$ ), π.χ.  $E_{i1}(B) < E_{i1}(Be)$  και  $E_{i1}(Al) < E_{i1}(Mg)$ . Αυτή ερμηνεύεται λόγω της αυξημένης διεισδυτικότητας των  $s$  ηλεκτρονίων. Δηλαδή, τα  $p$  ηλεκτρόνια θωρακίζονται εντονότερα από τα  $s$ , γι' αυτό απομακρύνονται ευκολότερα.
2. Η πτώση της 1ης ενέργειας ιοντισμού από την ομάδα VA ( $ns^2np^3$ ) στην ομάδα VIA ( $ns^2np^4$ ), π.χ.  $E_{i1}(O) < E_{i1}(N)$  και  $E_{i1}(S) < E_{i1}(P)$ , η οποία αποδίδεται στην αυξημένη σταθερότητα των ημισυμπληρωμένων υποστιβάδων  $np^3$ .

### 5.5.2. Διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού

Οι διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού ενός πολυηλεκτρονιακού ατόμου ακολουθούν την παρακάτω σειρά:

$$E_{i1} < E_{i2} < E_{i3} < E_{i4} < \dots < E_{in}$$

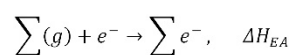
Αυτό συμβαίνει επειδή σε κάθε διαδοχικό ιοντισμό αυξάνεται το θετικό φορτίο του ιόντος, με αποτέλεσμα να αυξάνονται και οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρονίων-πυρήνα.

## 5.6. Ενθαλπία Δέσμευσης Ηλεκτρονίου - Ηλεκτρονιοσυγγένεια

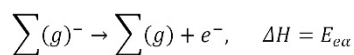
### 5.6.1. Ορισμοί

**Ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου** ενός στοιχείου, είναι η μεταβολή της ενθαλπίας που παρατηρείται κατά την πρόσληψη ενός ηλεκτρονίου από ελεύθερο άτομο, που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και σε αέρια φάση, ώστε να μετατραπεί σε ανιόν, και συμβολίζεται  $\Delta H_{EA}$ .

Δηλαδή έχουμε,



**Ηλεκτρονιοσυγγένεια**  $E_{ea}$ , είναι η ενέργεια ιοντισμού του ανιόντος  $\sum(g)^-$ , σύμφωνα με την εξίσωση:



Με βάση τους παραπάνω ορισμούς προκύπτει ότι, οι τιμές της ηλεκτρονιοσυγγένειας είναι αντίθετες αυτών της ενθαλπίας δέσμευσης ηλεκτρονίου. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε τη σύγχυση που δημιουργείται πολλές φορές στη βιβλιογραφία σχετικά με τα πρόσημα που έχουν οι τιμές της ηλεκτρονιοσυγγένειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλές φορές γίνεται χρήση των όρων *ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου* ( $\Delta H_{EA}$ ) και *ηλεκτρονιοσυγγένειας* ( $E_{ea}$ ), αδιάκριτα.

Στο παρόν βιβλίο, γίνεται σαφής διάκριση μεταξύ των όρων: *ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου* ( $\Delta H_{EA}$ ) και *ηλεκτρονιοσυγγένειας* ( $E_{ea}$ ), οι τιμές των οποίων βάση ορισμού είναι αντίθετες, δηλαδή ισχύει:

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

### 5.6.2. Περιοδική τάση ηλεκτρονιοσυγγένειας και ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου

Η τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας (και κατ' επέκταση της ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου) εξαρτάται από τους ίδιους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενέργεια ιοντισμού, δηλαδή:

1. **τον κύριο κβαντικό αριθμό  $n$**  του τελευταίου κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση ηλεκτρονίου (ή του δραστικού κβαντικού αριθμού  $n^*$ ). Αύξηση του κύριου κβαντικού αριθμού συνεπάγεται μείωση της ηλεκτρονιοσυγγένειας, αφού όσο μεγαλώνει το μέγεθος του ατόμου τόσο η τάση προσέλκυσης ενός ηλεκτρονίου μειώνεται.
2. **το δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$**  του τελευταίου κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση ηλεκτρονίου. Αύξηση του δραστικού πυρηνικού φορτίου συνεπάγεται αύξηση της ηλεκτρονιοσυγγένειας, καθώς με αυτό τον τρόπο μεγαλώνει η έλξη που ασκεί ο πυρήνας στο ηλεκτρόνιο.

Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα η ηλεκτρονιοσυγγένεια συνήθως ελαττώνεται από πάνω προς τα κάτω, καθώς αυξάνεται ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  (ή ο δραστικός κβαντικός αριθμός  $n^*$ ). Η μικρή αύξηση που επέρχεται στο δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ , καθώς κινούμαστε κατά μήκος της ομάδας από πάνω προς τα κάτω, έχει συνήθως δευτερεύοντα ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής της ηλεκτρονιοσυγγένειας. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δύσκολο να προβλεφθεί ποιος από τους δύο παραπάνω παράγοντες θα επικρατήσει. Αποτέλεσμα αυτού είναι να δημιουργούνται διακυμάνσεις στο διάγραμμα μεταβολής της ηλεκτρονιοσυγγένειας.

Σε μια περίοδο η ηλεκτρονιοσυγγένεια αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά (με πολύ λιγότερες διακυμάνσεις). Αυτό συμβαίνει επειδή αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ , ενώ ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  παραμένει σταθερός.

Επίσης παρατηρούμε:

1. Οι θέσεις των ελαχίστων στις τιμές της ηλεκτρονιοσυγγένειας ή των μεγίστων στις τιμές της ενθαλπίας δέσμευσης ηλεκτρονίου αντιστοιχούν στις αλκαλικές γαίες (στοιχεία της ΠΑ) ή τα ευγενή αέρια που έχουν εξαιρετική σταθερότητα επειδή έχουν συμπληρωμένες τις εξωτερικές υποστιβάδες τους με δομή  $ns^2$  ή  $ns^2np^6$ , αντίστοιχα.
2. Σχετικά σταθερές δομές είναι και αυτές που έχουν ημισυμπληρωμένες υποστιβάδες, όπως π.χ. το  ${}_{7}\text{N}:1s^22s^23p^3$ . Τα στοιχεία αυτά πολύ δύσκολα προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια γι' αυτό και έχουν πολύ μικρές τιμές ηλεκτρονιοσυγγένειας.
3. Το F αντίθετα από ότι περιμένουμε εμφανίζει μικρότερη ηλεκτρονιοσυγγένεια από το Cl. Αυτό αποδίδεται στο σχετικά μικρό μέγεθος του ατόμου του F, εξαιτίας του οποίου συνωθούνται τα ηλεκτρόνια σε μικρό χώρο και αυξάνονται πολύ οι μεταξύ τους απώσεις. Με τον ίδιο τρόπο εξηγούνται και άλλες τέτοιες αποκλίσεις.

### 5.7. Ηλεκτραρνητικότητα

**Ηλεκτραρνητικότητα,  $x$** , ενός στοιχείου είναι ένα εμπειρικό μέτρο της τάσης που έχει το άτομο ενός μορίου να έλκει προς το μέρος του ηλεκτρόνια.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι, η έννοια της ηλεκτραρνητικότητας δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να συγχέεται με την ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου. Η ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου αναφέρεται σε ελεύθερα άτομα στη θεμελιώδη τους κατάσταση, ενώ η ηλεκτραρνητικότητα στα άτομα μορίων. Γι' αυτό η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες του ατόμου, αλλά και από τον αριθμό και τη φύση των άλλων ατόμων που είναι ενωμένα με αυτό.

Έχουν επινοηθεί διάφοροι τρόποι για τον προσδιορισμό της ηλεκτραρνητικότητας:

- Προσδιορισμός ηλεκτραρνητικότητας κατά Pauling.
- Προσδιορισμός ηλεκτραρνητικότητας κατά Allred και Rochow.
- Προσδιορισμός ηλεκτραρνητικότητας κατά Mulliken.
- Προσδιορισμός φασματοσκοπικής ηλεκτραρνητικότητας κατά Allen.

### 5.7.1. Περιοδικότητα ηλεκτραρνητικότητας

1. Η ηλεκτραρνητικότητα των στοιχείων αυξάνεται (με ελάχιστες εξαιρέσεις) από αριστερά προς τα δεξιά και από κάτω προς τα πάνω στον περιοδικό πίνακα.
2. Τα ευγενή αέρια εμφανίζουν πολλές φορές τις μέγιστες τιμές ηλεκτραρνητικότητας ανά περίοδο. Αυτό δικαιολογείται αν ληφθεί υπόψη ότι τα ευγενή αέρια έχουν το μεγαλύτερο δραστικό πυρηνικό φορτίο και τη μικρότερη ατομική ακτίνα, άρα τη μεγαλύτερη ικανότητα έλξης ηλεκτρονίων, σε σχέση με τα υπόλοιπα στοιχεία της ίδιας περιόδου του περιοδικού πίνακα.
3. Όπως στην περίπτωση της ατομικής ακτίνας, της πρώτης ενέργειας ionτισμού και της ηλεκτρονιοσυγγένειας, οι μεταβολές ηλεκτραρνητικότητας σε μια σειρά στοιχείων μετάπτωσης είναι πολύ μικρότερες σε σύγκριση με αντίστοιχες μεταβολές κατά μήκος μιας περιόδου που περιλαμβάνει κύριες (A) ομάδες. Αυτό συμβαίνει λόγω της θωράκισης που προκαλούν τα  $(n-1)d$  στα εξωτερικά  $ns$  ηλεκτρόνια. Ακόμα σταθερότερες είναι οι τιμές ηλεκτραρνητικότητας των λανθανίδων και των ακτινίδων). Για την ερμηνεία των παραπάνω μπορούμε επίσης να επικαλεστούμε την αξιοσημείωτη σταθερότητα των ημισυμπληρωμένων δομών  $d^5$  και  $f^7$ .

Συνοψίζοντας έχουμε ότι, κατά μήκος μια περιόδου από αριστερά προς τα δεξιά και κατά μήκος μιας ομάδας από κάτω προς τα πάνω, η ενέργεια ionτισμού, η ηλεκτρονιοσυγγένεια και η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνονται. Προς την κατεύθυνση αυτή του περιοδικού πίνακα (δεξιά και πάνω) συναντάμε τα αμέταλλα. Αντίθετα, βαδίζοντας αριστερά και κάτω τον περιοδικό πίνακα (όπου η ενέργεια ionτισμού, η ηλεκτρονιοσυγγένεια και ηλεκτραρνητικότητα έχουν μειωμένες τιμές) συναντάμε τα στοιχεία με έντονο χαρακτήρα μετάλλου (π.χ. Cs, Rb).

Έτσι, με βάση τον περιοδικό πίνακα εύκολα μπορεί να γίνει η διάκριση μεταξύ μετάλλων και αμετάλλων. Τα αμέταλλα καταλαμβάνουν το πάνω δεξιό κομμάτι του περιοδικού πίνακα και κατέχουν περίπου το  $\frac{1}{4}$  της συνολικής του έκτασης. Τα μέταλλα καταλαμβάνουν σχεδόν όλο το υπόλοιπο κομμάτι του πίνακα, δηλαδή τα  $\frac{3}{4}$  αυτού. Στη διαχωριστική γραμμή μεταξύ αυτών ή κοντά σ' αυτή βρίσκονται τα **ημιμέταλλα ή μεταλλοειδή (B, Si, Ge, As, Sb, Te, Po)** που έχουν ιδιότητες μεταξύ μετάλλων και αμετάλλων.

## Πίνακας συντομεύσεων - ακρωνύμια

Π,Π.	Περιοδικός Πίνακας
------	--------------------

## Πίνακας αντιστοίχισης ελληνόγλωσσων - ξενόγλωσσων όρων

Ακτίνα ομοιοπολική απλού δεσμού	single-bond covalent radius
Ακτίνα Van der Waals	Van der Waals radius
Ακτίνες ιοντικές	ionic radii
Ακτινίδες	actinides
Αντιπροσωπευτικά στοιχεία	representative elements
Ενέργεια πρώτου ιοντισμού	first ionization energy
Ενθαλπία δέσμευσης ηλεκτρονίου	electron attachment enthalpy
Ηλεκτραρνητικότητα	electronegativity
Ηλεκτρονιοσυγγένεια	electron affinity
Ημιμέταλλα ή μεταλλοειδή	semimetals or metalloids
Λανθανίδες	lanthanides
Λανθανιδική και ακτινιδική συστολή	lanthanide and actinide contraction
Περιοδικός νόμος του Mendeleev	periodic law
Περιοδικός νόμος του Mosley	present form of periodic law
Στοιχεία μετάπτωσης	transition elements
Τομέας περιοδικού πίνακα	periodic table block
Τομέας <i>s</i>	<i>s</i> -block elements
Τομέας <i>p</i>	<i>p</i> -block elements
Τομέας <i>d</i>	<i>d</i> -block elements
Τομέας <i>f</i>	<i>f</i> -block elements



## Βιβλιογραφία/Αναφορές

1. L. Pauling, "The Nature of the Chemical Bond", 3<sup>rd</sup> ed., Cornell University Press, Ithaca, N. Y., 1960.
2. D. Stebbens, "Multiple. Choice Questions for A- Level Chemistry", 2<sup>nd</sup> edition, Butterworths, London, 1985.
3. Ν. Κλούρα «Βασική Ανόργανη Χημεία», Εκδόσεις Π. Τραυλός- Ε. Κωσταράκη», 2<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα, 1997.
4. Ζ. Λοΐζος, «Γενική Χημεία, τεύχος 1: Γενικό μέρος», εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1997.
5. Π. Π. Καραγιαννίδης, «Ανόργανη Χημεία», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1999.
6. F. A. Cotton, G. Wilkinson, P. L. Gaus, "Basic Inorganic Chemistry", 3<sup>rd</sup> ed. , John Wiley, N.Y., 1995.
7. D. D. Ebbing, "General Chemistry", 5<sup>th</sup> edition, Houghton Mifflin, Boston, 1996.
8. G. L. Miessler, D. A. Tarr, "Inorganic Chemistry", 2<sup>nd</sup> ed., Prentice- Hall, New Jersey, 1999.
9. J. E. Brady, J. W. Russell, J. R. Holum, "Chemistry - Matter and its Changes", John Wiley, New York, 2000.
10. B. Jenkins, "Inorganic Chemistry-the practice portfolio of latest questions", Dominant Publishers and Distributors, New Delhi, 2001.
11. F. H. Firsching, "Anomalies in the Periodic Table", *J. Chem. Educ.*, 58 (1981) 479.
12. R. H. Goldsmith, "Metalloids", *J. Chem. Educ.*, 59 (1982) 526.
13. W. B. Jensen, "The Positions of Lanthanum(Actinium) and Lutetium (Lawrencium) in the Periodic Table", *J. Chem. Educ.*, 59 (1982) 634.
14. D. Lloyd, "On the Lanthanide and 'Scandinide' Contractions", *J. Chem. Educ.*, 65 (1986) 502.
15. J. R. Huizenga, "Size of the Periodic Table: Answering a Philosophical Question about Possibilities and Limitations", *J. Chem. Educ.*, 70 (1993) 730.
16. J. C. Wheeler, "Electron Affinities of the Alkaline Earth Metals and the Sign Convention for Electron Affinity", *J. Chem. Educ.*, 74 (1997) 123.
17. Fu-cheng He, Xiang-yuan Li, "The Periodic Building of the Elements: Can the Periodic Table Be Transformed into Stereo?" *J. Chem. Educ.*, 74 (1997) 792.
18. S. I. Dutch, "Periodic Tables of Elemental Abundance", *J. Chem. Educ.*, 76 (1999) 356.
19. G. Rayner-Canham, "Periodic Patterns", *J. Chem. Educ.*, 77 (2000) 1053.
20. J. L. Marshall, "A Living Periodic Table", *J. Chem. Educ.*, 77 (2000) 979.

### Περίπατοι στο διαδίκτυο

21. Περιοδικός Πίνακας (interactive):  
<http://www.rsc.org/periodic-table>
22. Περιοδικός Πίνακας (περιλαμβάνει ιστορικό σημείωμα, ιδιότητες και χρήσης για κάθε στοιχείου):  
<http://www.rsc.org/periodic-table/element/47/silver>
23. Περιοδικός Πίνακας ισotόπων:  
[http://www.ciaaw.org/pubs/Periodic\\_Table\\_Isotopes.pdf](http://www.ciaaw.org/pubs/Periodic_Table_Isotopes.pdf)

24. Περιοδικός Πίνακας ακτίνων X (ιδιότητες στοιχείων υπό τις ακτίνες X):  
<http://www.csrii.iit.edu/periodic-table.html>
25. Γραφική ερμηνεία του περιοδικού πίνακα:  
<http://www.chemsoc.org/viselements/>
26. Περιοδικός Πίνακας του Mendeleev (έτη 1869 και 1871) και η ιστορία της σύνταξης του περιοδικού πίνακα:  
[http://www.bpc.edu/mathscience/chemistry/history\\_of\\_the\\_periodic\\_table.html](http://www.bpc.edu/mathscience/chemistry/history_of_the_periodic_table.html)
27. Περιοδικός Πίνακας ιστορικών αναφορών των στοιχείων:  
<http://www.rsc.org/periodic-table/history>
28. Ηλεκτραρνητικότητα:  
<http://www.ultranet.com/~jkimball/BiologyPages/E/Electronegativity.html>
29. Ηλεκτραρνητικότητα:  
<http://www.chemguide.co.uk/atoms/bonding/electroneg.html>
30. Ατομική Ακτίνα (ακτίνα ομοιοπολική, VanderWaals, ιοντική και μεταλλική):  
[http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical\\_Chemistry/Physical\\_Properties\\_of\\_Matter/Atomic\\_and\\_Molecular\\_Properties/Atomic\\_Radii](http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Physical_Properties_of_Matter/Atomic_and_Molecular_Properties/Atomic_Radii)
31. Ενέργεια ιοντισμού:  
[http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical\\_Chemistry/Physical\\_Properties\\_of\\_Matter/Atomic\\_and\\_Molecular\\_Properties/Ionization\\_Energy](http://chemwiki.ucdavis.edu/Physical_Chemistry/Physical_Properties_of_Matter/Atomic_and_Molecular_Properties/Ionization_Energy)
32. Μέγεθος των ατόμων:  
<http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch7/size.html>
33. Βιογραφία του Dimitri Ivanovich Mendeleev (1834 – 1907):  
<http://www.chem.msu.su/eng/misc/mendeleev/welcome.html>
34. Βιογραφία του Henry Moseley (1887-1915)  
[http://www.chemistry.co.nz/henry\\_moseley.htm](http://www.chemistry.co.nz/henry_moseley.htm)
35. Βιογραφία του Linus Pauling (1901 – 1994):  
<http://www.achievement.org/autodoc/page/pau0int-1>
36. Ερωτήσεις σχετικά με τον περιοδικό πίνακα:  
<http://www.1001-periodic-table-quiz-questions.com>

# 5B

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

#### 5.1 Τα στοιχεία $d$ του περιοδικού πίνακα καταλαμβάνουν:

- A. τέσσερις περιόδους και δέκα ομάδες,
- B. οκτώ περιόδους και τέσσερις ομάδες,
- Γ. επτά περιόδους και δέκα ομάδες,
- Δ. τέσσερις περιόδους και οκτώ ομάδες.

#### 5.2 Τα στοιχεία με δομή εξωτερικής στιβάδας $ns^2np^6$

i) ανήκουν στην ομάδα:

- A. των αλκαλίων,
- B. των ευγενών αερίων,
- Γ. των αλκαλικών γαιών,
- Δ. του οξυγόνου.

ii) και είναι συνολικά:

- A. πέντε,
- B. έξι,
- Γ. οκτώ,
- Δ. επτά.

#### 5.3 Από τα στοιχεία ${}_{19}\text{K}$ , ${}_{22}\text{Ti}$ , ${}_{29}\text{Cu}$ και ${}_{33}\text{As}$ ανήκουν στα στοιχεία μεταπτώσεως:

- A. το Ti, ο Cu και το As,
- B. το Ti και ο Cu,
- Γ. ο Cu, και το K,
- Δ. όλα.

#### 5.4 Το χημικό στοιχείο X με ηλεκτρονιακή δομή $[\text{Ar}]4s^24p^5$ ανήκει:

- A. στην 7<sup>η</sup> περίοδο και στην 5<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα,
- B. στην 4<sup>η</sup> περίοδο και στην 17<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα,
- Γ. στην 5<sup>η</sup> περίοδο και στην 4<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα,
- Δ. στην 4<sup>η</sup> περίοδο και στην 5<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα.

#### 5.5 Ένα χημικό στοιχείο ανήκει στον τομέα $p$ του περιοδικού πίνακα όταν:

- A. έχει τουλάχιστον ένα ηλεκτρόνιο σε  $p$  ατομικό τροχιακό,
- B. έχει συμπληρωμένες τις υποστιβάδες  $p$ ,
- Γ. τα ηλεκτρόνια του με την υψηλότερη ενέργεια βρίσκονται σε  $p$ -τροχιακό,
- Δ. έχει ασυμπλήρωτα  $p$  ατομικά τροχιακά

#### 5.6 Το μέταλλο ${}_{13}\text{Al}$ ανήκει:

- A. στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην IIIB ομάδα του περιοδικού πίνακα,
- B. στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 13<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα,
- Γ. στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 3<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα,
- Δ. στη 2<sup>η</sup> περίοδο και στην IIIA ομάδα του περιοδικού πίνακα.

**5.7** Το στοιχείο με το μικρότερο ατομικό αριθμό το οποίο ανήκει στον τομέα *d* του περιοδικού πίνακα είναι:

- A. ο  $_{30}\text{Zn}$ ,
- B. το  $_{19}\text{K}$ ,
- Γ. το  $_{21}\text{Sc}$ ,
- Δ. κανένα από τα τρία παραπάνω στοιχεία.

**5.8** Τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς 10, 18, 36, 54, 86 είναι:

- A. ελαφρά μέταλλα,
- B. αδρανή αέρια,
- Γ. αλογόνα,
- Δ. σπάνιες γαίες.

**5.9** Ποιο από τα παρακάτω δικαιολογεί με τον καλύτερο τρόπο ότι η τοποθέτηση του υδρογόνου στην ομάδα των αλκαλίων ή των αλογόνων είναι ανάρμωστη;

- A. Η ενέργεια ιοντισμού του υδρογόνου είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με αυτή των αλκαλίων και πολύ μικρή σε σχέση με αυτή των αλογόνων.
- B. Το υδρογόνο μπορεί να σχηματίζει ενώσεις τόσο με τα αλκάλια όσο και με τα αλογόνα.
- Γ. Το άτομο του υδρογόνου είναι πολύ ελαφρύτερο από τα άτομα των αλκαλίων ή των αλογόνων.
- Δ. Τίποτα από τα παραπάνω.

**5.10** Τις χαμηλότερες τιμές ενέργειας πρώτου ιοντισμού έχουν τα:

- A. αδρανή αέρια,
- B. αλκάλια,
- Γ. στοιχεία μετάπτωσης,
- Δ. αλογόνα.

**5.11** Ηλεκτραρνητικότητα είναι το μέτρο της τάσης που έχει το άτομο ενός μορίου:

- A. να απωθεί ηλεκτρόνια,
- B. να έλκει ηλεκτρόνια,
- Γ. να μοιράζεται ηλεκτρόνια με άλλα άτομα,
- Δ. να συνδυάζεται με πρωτόνια.

**5.12** Ποια από τα παρακάτω στοιχεία είναι χημικά συγγενέστερα;

- A.  $_{11}\text{Na}$ ,  $_{13}\text{Al}$ ,
- B.  $_{29}\text{Cu}$ ,  $_{16}\text{S}$ ,
- Γ.  $_{22}\text{Ti}$ ,  $_{40}\text{Zr}$ ,
- Δ.  $_{40}\text{Zr}$ ,  $_{63}\text{Eu}$ .

**5.13** Διαγώνια συσχετίζονται τα στοιχεία:

- A. Li και Mg,
- B. Li και Na,
- Γ. B και Al,
- Δ. Be και Mg.

**5.14** Η λανθανιδική και ακτινιδική συστολή οφείλεται στα *f* τροχιακά λόγω:

- A. του υψηλού ηλεκτρονιακού τους φορτίου,
- B. της αυξημένης θωράκισης που προκαλούν στο πυρηνικό φορτίο,
- Γ. της υψηλής τους διαχυτικότητας,
- Δ. της υψηλού τους ενεργειακού φορτίου.

**5.15** Ποιο από τα παρακάτω ιόντα έχει τη μεγαλύτερη μαγνητική ροπή;

- A.  $V^{3+}$
- B.  $Cr^{3+}$
- Γ.  $Fe^{3+}$
- Δ.  $Co^{3+}$

**5.16** Η σειρά με την οποία μειώνεται ο βασικός χαρακτήρας των οξειδίων είναι:

- A.  $Na_2O > MgO > Al_2O_3 > CuO$
- B.  $MgO > Al_2O_3 > CuO > Na_2O$
- Γ.  $Al_2O_3 > MgO > CuO > Na_2O$
- Δ.  $CuO > Na_2O > MgO > Al_2O_3$

**5.17** Από τις επόμενες ενώσεις, υψηλότερο σημείο τήξης έχει:

- A. NaF
- B. NaCl
- Γ. NaBr
- Δ. NaI

**5.18** Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού του αζώτου είναι μεγαλύτερη απ' αυτή του οξυγόνου:

- A. επειδή το δραστικό πυρηνικό φορτίο του N είναι μεγαλύτερο του O,
- B. λόγω της αυξημένης διεισδυτικότητας των ηλεκτρονίων σθένους του N,
- Γ. λόγω της αυξημένης σταθερότητας των ημισυμπληρωμένων υποστιβάδων του N,
- Δ. επειδή η ατομική ακτίνα του αζώτου είναι μικρότερη του οξυγόνου.

**5.19** Οι διαγώνιες σχέσεις αφορούν κυρίως τα στοιχεία:

- A. της πρώτης περιόδου,
- B. της δεύτερης περιόδου,
- Γ. της δεύτερης και τρίτης περιόδου,
- Δ. όλων των περιόδων.

**5.20** Το στοιχείο καλιφόρνιο ( ${}_{98}Cf$ ) ανήκει:

- A. στη σειρά των ακτινίδων,
- B. στην οικογένεια των αλκαλίων,
- Γ. στην οικογένεια των αλκαλικών γαιών,
- Δ. στη σειρά των λανθανίδων.

**5.21** Οι τιμές της ηλεκτρονιοσυγγένειας και της ενθαλπίας δέσμευσης ηλεκτρονίου είναι:

- A. ταυτόσημες,
- B. αντίθετες,
- Γ. διαφορετικές,
- Δ. ταυτόσημες για τα ηλεκτραρνητικά στοιχεία και διαφορετικές για τα ηλεκτροθετικά.

**5.22** Η χημεία του λιθίου μοιάζει με αυτή του μαγνησίου επειδή τα στοιχεία αυτά:

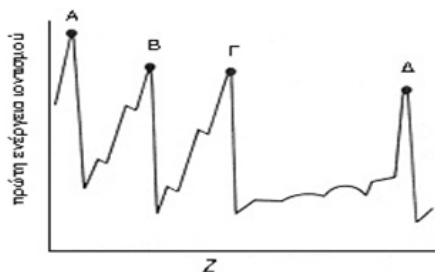
- A. έχουν παρόμοια ηλεκτρονιακή διαμόρφωση,
- B. απαντούν στα ίδια ορυκτά στη φύση,
- Γ. έχουν περίπου την ίδια ατομική ακτίνα,
- Δ. βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα.



**5.23** Στην 6<sup>η</sup> περίοδο 14 στοιχεία τοποθετούνται στην ομάδα ΙΙΒ, τα στοιχεία αυτά είναι γνωστά ως:

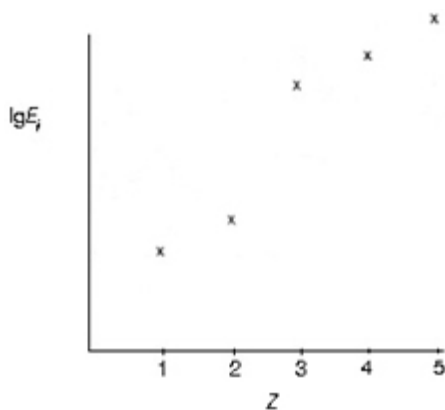
- A. αλκάλια,
- B. αλκαλικές γαίες,
- Γ. σπάνια αέρια,
- Δ. σπάνιες γαίες.

**5.24** Τα στοιχεία A, B, Γ στο παρακάτω διάγραμμα είναι:



- A. αλκάλια,
- B. αλκαλικές γαίες,
- Γ. αλογόνα,
- Δ. ευγενή αέρια.

**5.25** Το παρακάτω διάγραμμα παριστά γραφικά τις πέντε πρώτες ενέργειες ιοντισμού του στοιχείου X. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λάθος; Το διάγραμμα αυτό δείχνει:



- A. μέρος της ηλεκτρονιακής διαμόρφωσης του στοιχείου X,
- B. ότι το στοιχείο X δεν μπορεί να έχει ατομικό αριθμό μικρότερο του 12,
- Γ. ότι το στοιχείο X θα μπορούσε να ανήκει στην ομάδα ΙΑ (αλκαλικών γαιών),
- Δ. την αύξηση της ενέργειας ιοντισμού, καθώς αυξάνεται η μέση απόσταση του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα.

**5.26** Ποια από τις παρακάτω χαρακτηριστικά των ατόμων των στοιχείων (ή των ενώσεών τους) δεν μεταβάλλονται περιοδικά σε συνάρτηση με το Z;

- A. το είδος του χημικού δεσμού,
- B. η ηλεκτραρνητικότητα,
- Γ. η ενέργεια ιοντισμού,
- Δ. ο λόγος  $N/Z$ .

**5.27** Από τα μέταλλα Be, Mg, Ca και Sr της ΙΙΑ ομάδας του περιοδικού πίνακα, οι λιγότερο ιοντικές χλωριούχες ενώσεις είναι αυτές που σχηματίζονται με το:

- A. Be
- B. Mg
- Γ. Ca
- Δ. Sr

**5.28** Από τις επόμενες χημικές εξισώσεις αυτή που αντιστοιχεί σε ενδόθερμη διεργασία, είναι:

- 1)  $\text{Na}(g) + e \rightarrow \text{Na}^-(g)$
- 2)  $\text{Mg}(g) + e \rightarrow \text{Mg}^-(g)$
- 3)  $\text{Cl}(g) + e \rightarrow \text{Cl}^-(g)$
- 4)  $\text{Ar}(g) + e \rightarrow \text{Ar}^-(g)$

- A. 1 και 2,
- B. 2 και 4,
- Γ. 3 και 4,
- Δ. 1, 2 και 4.

**5.29** Στοιχείο X με ατομικό αριθμό 29 ανήκει:

	τομέας	περίοδος	Ομάδα
A.	<i>d</i>	4 <sup>η</sup>	11
B.	<i>d</i>	3 <sup>η</sup>	11
Γ.	<i>s</i>	4 <sup>η</sup>	1
Δ.	<i>d</i>	3 <sup>η</sup>	10

**5.30** Η τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας στοιχείου που έχει στη στιβάδα σθένους του τη διαμόρφωση  $d^{10}s^2$  είναι:

- A. θετική,
- B. μηδέν,
- Γ. αρνητική,
- Δ. δεν μπορεί να προβλεφθεί.

## Ερωτήσεις τύπου «σωστό - λάθος» με αιτιολόγηση

**5.31** Η τρίτη περίοδος του περιοδικού πίνακα περιλαμβάνει οκτώ στοιχεία.

**5.32** Ένα χημικό στοιχείο ανήκει στον *p* τομέα όταν έχει συμπληρωμένη την *p* υποστιβάδα του.

**5.33** Όλα τα ευγενή αέρια έχουν δομή εξωτερικής στιβάδας  $s^2p^6$

**5.34** Όλα τα στοιχεία του *d* τομέα του περιοδικού πίνακα έχουν ατομικούς αριθμούς μεγαλύτερους του 20.

**5.35** Τα στοιχεία του *d* τομέα του περιοδικού πίνακα κατανέμονται σε 10 ομάδες.

**5.36** Αν το άτομο ενός στοιχείου διαθέτει στη στιβάδα σθένους του ένα μόνο ηλεκτρονιακό ζεύγος, τότε το στοιχείο ανήκει στον *s* τομέα του περιοδικού πίνακα.

**5.37** Το στοιχείο με ηλεκτρονιακή δομή  $[\text{Ne}] 3s^23p^5$  έχει ατομικό αριθμό 17.

**5.38** Ο σίδηρος ( $Z = 26$ ) ανήκει στον τομέα  $d$  του περιοδικού πίνακα.

**5.39** Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των στοιχείων του  $f$  τομέα είναι:  $[\text{ευγενές αέριο}]ns^2(n-1)d^1(n-2)f^x$  με  $1 \leq x \leq 14$

**5.40** Το λανθάνιο ( $Z = 57$ ) ανήκει στις λανθανίδες.

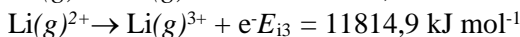
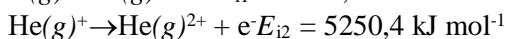
**5.41** Στις λανθανίδες και ακτινίδες η θωράκιση που προκαλούν τα  $f$  ηλεκτρόνια είναι αποτελεσματική, επειδή τα  $f$  τροχιακά είναι πολύ διάχυτα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η λανθανιδική και ακτινιδική συστολή.

**5.42** Τα στοιχεία  ${}_{20}\text{Ca}:[\text{Ar}]3d^04s^2$  και  ${}_{30}\text{Zn}:[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$  παρόλο που έχουν παραπλήσιες ηλεκτρονιακές δομήσεις εμφανίζουν τελείως διαφορετική χημική συμπεριφορά. Το ασβέστιο είναι πολύ δραστικό μέταλλο, ενώ ο ψευδάργυρος είναι αδρανές γι' αυτό και χαρακτηρίζεται ως ευγενές μέταλλο.

**5.43** Οι λανθανίδες, οι ακτινίδες έχουν σχετικά μικρές χαμηλές πυκνότητας λόγω της λανθανιδικής και ακτινιδικής συστολής.

## Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

**5.44** Να εξηγήσετε με βάση τη θεωρία του Bohr γιατί η δεύτερη ενέργεια ιοντισμού του He είναι σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια ιοντισμού του H και η τρίτη ενέργεια του Li σχεδόν εννέα φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια ιοντισμού του H:



**5.45** Να εξηγήσετε με βάση τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα γιατί τα μέταλλα των αλκαλίων (και σε μικρότερο βαθμό των αλκαλικών γαιών) έχουν σε στερεά κατάσταση σχετικά μικρή πυκνότητα σε σύγκριση με άλλα μέταλλα, π.χ. στοιχεία μετάπτωσης.

**5.46** Να εξηγήσετε γιατί κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση της πρώτης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης ισχύει σχετικά με τις ενέργειες των τροχιακών:  $E_{4s} < E_{3d}$ , ενώ κατά τον ιοντισμό των στοιχείων αυτών ισχύει το αντίθετο:  $E_{4s} > E_{3d}$ . Ποιες ανάλογες σχέσεις ισχύουν για τα στοιχεία της δεύτερης και ποιες για τα στοιχεία της τρίτης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης;

**5.47** Τα στοιχεία  ${}_{19}\text{K}:[\text{Ar}]3d^04s^1$  και  ${}_{29}\text{Cu}:[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$  παρόλο που έχουν παραπλήσιες ηλεκτρονιακές δομήσεις εμφανίζουν τελείως διαφορετική χημική συμπεριφορά. Το κάλιο είναι πολύ δραστικό μέταλλο, ενώ ο χαλκός είναι αδρανές γι' αυτό και χαρακτηρίζεται ως ευγενές μέταλλο. Πώς μπορείτε να εξηγήσετε τα παραπάνω;

# 5Γ

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

### Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

#### 5.1

**Σωστή απάντηση: Α**

**Αιτιολόγηση:** α) Η υποστιβάδα  $d$  συμπληρώνεται με 10 ηλεκτρόνια, β) Η συμπλήρωση της  $d$  υποστιβάδας αρχίζει από την 4η περίοδο.

#### 5.2

**Σωστή απάντηση: Β και Β**

**Αιτιολόγηση:** Τα ευγενή αέρια έχουν δομή εξωτερικής στιβάδας  $ns^2np^6$  πλην του He που έχει δομή  $ns^2$ . Με βάση το περιοδικό πίνακα ο αριθμός των στοιχείων με την παραπάνω δομή είναι 6.

#### 5.3

**Σωστή απάντηση: Β**

**Αιτιολόγηση:** Αν κάνουμε κατανομή ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες θα δούμε ότι το K έχει εξωτερική δομή  $ns^1$  και το As  $ns^2np^3$ .

#### 5.4

**Σωστή απάντηση: Β**

**Αιτιολόγηση:**

α) Το Ar βρίσκεται στην 3η περίοδο, άρα το στοιχείο X θα βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο.

β) Θα βρίσκεται στη 17η ομάδα, αφού έχει εξωτερική δομή  $4s^24p^5$ .

#### 5.5

**Σωστή απάντηση: Γ**

**Αιτιολόγηση:** Ο τομέας καθορίζεται από το είδος των τροχιακών της εξωτερικής υποστιβάδας, η οποία μπορεί να είναι ασυμπλήρωτη ή συμπληρωμένη ( $np^6$ ).

#### 5.6

**Σωστή απάντηση: Β**

**Αιτιολόγηση:** Το Al έχει δομή  $1s^22s^22p^63s^23p^1$ . Αφού έχει 3 στιβάδες ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και αφού βρίσκεται στον τομέα  $p$  ( $3s^23p^1$ ), ο αριθμός της ομάδας στην οποία θα ανήκει είναι: αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας +10, δηλαδή  $3+10 = 13$  ή IIIA.

#### 5.7

**Σωστή απάντηση: Γ**

**Αιτιολόγηση:** Το Sc έχει δομή  $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^1$ . Δηλαδή είναι το στοιχείο στο οποίο αρχίζουν να συμπληρώνονται τα  $d$  τροχιακά.

#### 5.8

**Σωστή απάντηση: Β**

**Αιτιολόγηση:** Όλα έχουν εξωτερική δομή  $ns^2np^6$  και επομένως είναι ευγενή (ή αδρανή) αέρια.

#### 5.9

**Σωστή απάντηση: Δ**

**Αιτιολόγηση:** Το υδρογόνο είναι αέριο και όχι μέταλλο, συνεπώς η τοποθέτηση του με τα αλκάλια θεωρείται ανάρμοστη. Η χημική συμπεριφορά του υδρογόνου μοιάζει με αυτή των αλογόνων, όμως, η τοποθέτηση του

με τα αλογόνα είναι ανάρμοστη, καθώς η ηλεκτρονιακή του δόμηση δεν είναι συμβατή με τη θέση αυτή. Έτσι, πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η σωστή θέση του υδρογόνου είναι έξω από το «κύριο σώμα» του περιοδικού πίνακα, μόνο του, υπό μορφή παραρτήματος.

### 5.10

#### Σωστή απάντηση: Β

**Αιτιολόγηση:** Τα αλκάλια έχουν εξωτερική δομή  $ns^1$  και ανήκουν στην 1<sup>η</sup> ομάδα του Π.Π. Ως γνωστό, η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μιας περιόδου.

### 5.11

#### Σωστή απάντηση: Β

**Αιτιολόγηση:** Ηλεκτραρνητικότητα,  $\chi$ , ενός στοιχείου είναι ένα εμπειρικό μέτρο της τάσης που έχει το άτομο ενός μορίου να έλκει προς το μέρος του ηλεκτρόνια. Η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες του ατόμου, αλλά και από τον αριθμό και τη φύση των άλλων ατόμων που είναι ενωμένα με αυτό.

### 5.12

#### Σωστή απάντηση: Γ

**Αιτιολόγηση:** Με βάση την ηλεκτρονιακή τους δόμηση το Na ανήκει στον  $s$  τομέα, το Al και S στον  $p$ , ο Cu, Ti και το Zr στον  $d$  και το Eu στον  $f$ . Επιπλέον, το Ti και Zr έχουν την ίδια ηλεκτρονιακή δομή: [ευγενές αέριο] $(n-1)d^n ns^2$  και ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π.: IVB ή 4<sup>η</sup>.

### 5.13

#### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Οι *διαγώνιες συσχετίσεις* οι οποίες αφορούν ομοιότητες στη χημική συμπεριφορά που παρουσιάζουν στοιχεία (κυρίως της 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> περιόδου του περιοδικού πίνακα) Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων διαγωνιακών σχέσεων είναι: i) Λίθιο-μαγνήσιο ii) Βηρύλλιο – αργίλιο iii) βόριο-πυρίτιο.

Li	Be	B	C
Na	Mg	Al	Si

### 5.14

#### Σωστή απάντηση: Γ

**Αιτιολόγηση:** Στις λανθανίδες και ακτινίδες η θωράκιση που προκαλούν τα  $f$  ηλεκτρόνια δεν είναι αποτελεσματική, επειδή τα  $f$  τροχιακά είναι πολύ διάχυτα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αύξηση του πυρηνικού φορτίου κατά μήκος μιας περιόδου από αριστερά προς τα δεξιά να προκαλεί έντονη μείωση της ατομικής ακτίνας (*λανθανιδική και ακτινιδική συστολή*).

### 5.15

#### Σωστή απάντηση: Γ

**Αιτιολόγηση:** Δομή  ${}_{26}\text{Fe}^{3+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ . Άρα έχει το μεγαλύτερο αριθμό μονήρων ηλεκτρονίων (5) από τα υπόλοιπα.

### 5.16

#### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Από αριστερά προς τα δεξιά σε μια περίοδο ελαττώνεται γενικά ο μεταλλικός χαρακτήρας των στοιχείων και άρα ελαττώνεται και ο βασικός χαρακτήρας των οξειδίων.

### 5.17

#### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Ο αυξημένος ιοντικός χαρακτήρας του NaF λόγω σχετικά μικρής ατομικής ακτίνας του F οδηγεί σε υψηλότερο σημείο τήξης.



## 5.18

### Σωστή απάντηση: Γ

**Αιτιολόγηση:** Η δομή  ${}_{7}\text{N}$ :  $1s^2 2s^2 2p^3$  είναι σταθερή λόγω των ημισυμπληρωμένων υποστιβάδων  $p$ .

## 5.19

### Σωστή απάντηση: Γ

**Αιτιολόγηση:** Οι *διαγώνιες συσχετίσεις* οι οποίες αφορούν ομοιότητες στη χημική συμπεριφορά που παρουσιάζουν στοιχεία (κυρίως της 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> περιόδου του περιοδικού πίνακα). Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων διαγωνιακών σχέσεων είναι: i) Λίθιο-μαγνήσιο ii) Βηρύλλιο – αργίλιο iii) βόριο-πυρίτιο.

Li	Be	B	C
Na	Mg	Al	Si

## 5.20

### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Με βάση τον ατομικό του αριθμό προκύπτει ότι το στοιχείο καλιφόρνιο  ${}_{98}\text{Cf}$  ανήκει στις ακτινίδες. Οι ακτινίδες ανήκουν στην 7<sup>η</sup> περίοδο και περιλαμβάνουν στοιχεία με ατομικούς αριθμούς 90-103.

## 5.21

### Σωστή απάντηση: Β

**Αιτιολόγηση:** Με βάση τους ορισμούς των δύο αυτών εννοιών:

**Ενθαλπία δέσμησης ηλεκτρονίου** ενός στοιχείου:  $\Sigma(g) + e^- \rightarrow \Sigma(g)^-, \Delta H_{\text{EA}}$

**Ηλεκτρονιοσυγγένεια** ενός στοιχείου:  $\Sigma(g)^- \rightarrow \Sigma(g) + e^-, \Delta H = E_{\text{ea}}$

προκύπτει ότι οι τιμές της ηλεκτρονιοσυγγένειας είναι αντίθετες αυτών της ενθαλπίας δέσμησης ηλεκτρονίου.

## 5.22

### Σωστή απάντηση: Γ

**Αιτιολόγηση:** Η χημική συμπεριφορά του Li διαφέρει από αυτή των άλλων στοιχείων της ΙΑ ομάδας, ενώ προσεγγίζει τις ιδιότητες του Mg που ανήκει στην ΙΙΑ ομάδα, λόγω διαγώνιας σχέσης με αυτό.

## 5.23

### Σωστή απάντηση: Δ

**Αιτιολόγηση:** Τα 14 αυτά στοιχεία της 6<sup>ης</sup> περιόδου και ΙΙΒ ομάδα ονομάζονται *λανθανίδες* (παλαιότερα *σπάνιες γαίες*) και παρουσιάζουν παρόμοιες ιδιότητες. Στις λανθανίδες συμπληρώνεται η υποστιβάδα 4f.

## 5.24

### Σωστή απάντηση: Δ

**Αιτιολόγηση:** Η πρώτη ενέργεια ιοντισμού σε μια περίοδο του Π.Π. αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά. Τα ευγενή αέρια έχουν τη μέγιστη σταθερότητα, λόγω συμπληρωμένης δομής της εξωτερικής τους στιβάδας:  $ns^2$  ή  $ns^2 np^6$

## 5.25

### Σωστή απάντηση: Δ

**Αιτιολόγηση:** Το παραπάνω διάγραμμα υποδηλώνει ότι το στοιχείο έχει στην εξωτερική στιβάδα 2 ηλεκτρόνια. Κατά συνέπεια είναι αλκαλική γαία. Δεν μπορεί να είναι το  ${}_{4}\text{Be}$  και η επόμενη αλκαλική γαία είναι το  ${}_{12}\text{Mg}$ . Η μοναδική πρόταση που κρίνεται λανθασμένη είναι η Δ, καθώς αναμένεται να μειώνεται η ενέργεια ιοντισμού, καθώς αυξάνεται η μέση απόσταση του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα, λόγω μείωσης της έλξης των ηλεκτρονίων από τον πυρήνα.

## 5.26

### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Η ηλεκτρονιακή δόμηση που συσχετίζεται άμεσα με τη χημική συμπεριφορά των στοιχείων και τη θέση τους στον Π.Π., δεν έχει σχέση με τον αριθμό των νετρονίων (N).

## 5.27

### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Το Be έχει σχετικά μικρή ατομική ακτίνα κατά συνέπεια μεγάλη ενέργεια ιοντισμού. Δηλαδή, έχει ασθενή μεταλλικό χαρακτήρα. Για αυτό οι χλωριούχες ενώσεις του έχουν ασθενή ιοντικό χαρακτήρα (πολωσιμότητα ιοντικού δεσμού).

## 5.28

### Σωστή απάντηση: Β

**Αιτιολόγηση:** Οι εξισώσεις 2 και 4 είναι ενδόθερμες επειδή τα άτομα Mg ( $ns^2$ ) και Ar ( $ns^2np^6$ ) έχουν σταθερή ηλεκτρονιακή δομή.

## 5.29

### Σωστή απάντηση: Β

**Αιτιολόγηση:** Η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου X:  $1s^22s^22p^63s^23p^64s^13d^{10}$  με βάση τη δομή καθορίζεται και η θέση του στο Π.Π.

## 5.30

### Σωστή απάντηση: Α

**Αιτιολόγηση:** Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα η ηλεκτρονιοσυγγένεια συνήθως ελαττώνεται από πάνω προς τα κάτω, καθώς αυξάνεται ο κύριος κβαντικός αριθμός  $n$  (ή ο δραστικός κβαντικός αριθμός  $n^*$ ). Η μικρή αύξηση που επέρχεται στο δραστικό πυρηνικό φορτίο  $Z^*$ , καθώς κινούμαστε κατά μήκος της ομάδας από πάνω προς τα κάτω, έχει συνήθως δευτερεύοντα ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής της ηλεκτρονιοσυγγένειας. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως στην περίπτωση του ερωτήματός μας, είναι δύσκολο να προβλεφθεί ποιος από τους δύο παραπάνω παράγοντες θα επικρατήσει. Αποτέλεσμα αυτού είναι να δημιουργούνται διακυμάνσεις και να μη μπορεί να προβλεφθεί η τιμή της.

## Ερωτήσεις τύπου «σωστό - λάθος» με αιτιολόγηση

## 5.31

### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Η τρίτη περίοδος του περιοδικού πίνακα αποτελείται από οκτώ στοιχεία, αρχίζοντας από το  $_{11}\text{Na}$  (με δομή  $[\text{Ne}]3s^1$ ) και τελειώνοντας με το άτομο του  $_{18}\text{Ar}$  (με δομή  $[\text{Ne}]3s^23p^6$ ). Στην περίοδο αυτή δομείται η στιβάδα  $M$ , γι' αυτό και η περίοδος αυτή περιλαμβάνει οκτώ στοιχεία, όσος είναι και ο απαιτούμενος αριθμός ηλεκτρονίων για τη συμπλήρωση της στιβάδας  $M$ .

## 5.32

### Λάθος

**Αιτιολόγηση:** Ο τομέας του περιοδικού πίνακα που εντάσσεται ένα στοιχείο καθορίζεται από το είδος των ηλεκτρονίων σθένους (ηλεκτρονίων με τη μεγαλύτερη ενέργεια) π.χ.  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ή  $f$ .

## 5.33

### Λάθος

**Αιτιολόγηση:** Το ήλιο έχει δομή  $1s^2$ .

### 5.34

#### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Η 4<sup>η</sup> περίοδος του Π.Π. περιλαμβάνει την *πρώτη σειρά των στοιχείων μετάπτωσης*, όπου συμπληρώνεται η υποστιβάδα 3*d*. Η σειρά αυτή περιλαμβάνει 10 στοιχεία από το <sup>21</sup>Sc (με δομή [Ar]4*s*<sup>2</sup>3*d*<sup>1</sup>) μέχρι τον <sup>30</sup>Zn (με δομή [Ar]4*s*<sup>2</sup>3*d*<sup>10</sup>).

### 5.35

#### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Ο τομέας *d* περιλαμβάνει στοιχεία των οποίων το τελευταίο ηλεκτρόνιο, κατά την ηλεκτρονική δόμηση των ατόμων τους, τοποθετείται σε υποστιβάδα *d*. Ο τομέας αυτός περιλαμβάνει τα *στοιχεία μετάπτωσης*. Η υποστιβάδα *d* χωράει 10 ηλεκτρόνια γι' αυτό και ο τομέας *d* έχει 10 δευτερεύουσες ομάδες (ομάδες B). Η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των στοιχείων του τομέα *d* είναι: [ευγενές αέριο] *ns*<sup>2</sup>(*n*-1) *d*<sup>*x*</sup> με 1 ≤ *x* ≤ 10.

### 5.36

#### Λάθος

**Αιτιολόγηση:** Τα *s* στοιχεία έχουν δομή:[ευγενές αέριο] *ns*<sup>*x*</sup> με *x* = 1 ή 2

Τα *p* στοιχεία έχουν δομή:[ευγενές αέριο]*ns*<sup>2</sup>*np*<sup>*x*</sup> με 1 ≤ *x* ≤ 6

Τα *d* στοιχεία έχουν δομή:[ευγενές αέριο] *ns*<sup>2</sup>(*n*-1) *d*<sup>*x*</sup> με 1 ≤ *x* ≤ 10

Τα *f* στοιχεία έχουν δομή:[ευγενές αέριο] *ns*<sup>2</sup>(*n*-1) *d*<sup>1</sup>(*n*-2)*f*<sup>*x*</sup> με 1 ≤ *x* ≤ 14

Παρατηρούμε ότι και τα στοιχεία του *d* και *f* τομέα διαθέτουν στη στιβάδα σθένους τους ένα μόνο ηλεκτρονιακό ζεύγος.

### 5.37

#### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Το Ne έχει τη δομή: 1*s*<sup>2</sup>2*s*<sup>2</sup>2*p*<sup>6</sup> και έχει Z=10.

### 5.38

#### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Η δομή του <sup>26</sup>Fe: 1*s*<sup>2</sup>2*s*<sup>2</sup>2*p*<sup>6</sup>3*s*<sup>2</sup>3*p*<sup>6</sup>3*d*<sup>6</sup>4*s*<sup>2</sup>

Ωστόσο, το τελευταίο ηλεκτρόνιο κατά την ηλεκτρονική δόμηση του ατόμου του σιδήρου, τοποθετήθηκε στην υποστιβάδα 3*d* γι' αυτό και ανήκει στον τομέα *d*.

### 5.39

#### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Τα *f* στοιχεία έχουν δομή:[ευγενές αέριο] *ns*<sup>2</sup>(*n*-1)*d*<sup>1</sup>(*n*-2)*f*<sup>*x*</sup> με 1 ≤ *x* ≤ 14

Για παράδειγμα στην 6<sup>η</sup> περίοδο, αμέσως μετά το La, τα 4*f* ηλεκτρόνια αποκτούν χαμηλότερη ενέργεια από τα 5*d* γι' αυτό και αρχίζει η διαδοχική πλήρωση των 4*f* τροχιακών με 14 ηλεκτρόνια. Τα 14 αυτά στοιχεία ονομάζονται λανθανίδες

### 5.40

#### Λάθος ή Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Υπάρχει διαφωνία ως προς τη θέση του λανθανίου στο Π.Π. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η θέση του λανθανίου (La) είναι στο κύριο σώμα του περιοδικού πίνακα (ομάδα 3, περίοδος 6), ενώ άλλοι ότι βρίσκεται στο αριστερό άκρο του παραρτήματος των λανθανιδών. Στο παρόν βιβλίο δεχόμαστε την πρώτη εκδοχή.

### 5.41

#### Λάθος

**Αιτιολόγηση:** Στις λανθανίδες και ακτινίδες η θωράκιση που προκαλούν τα *f* ηλεκτρόνια δεν είναι αποτελεσματική, επειδή τα *f* τροχιακά είναι πολύ διάχυτα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αύξηση του πυρηνικού φορτίου

κατά μήκος μιας περιόδου από αριστερά προς τα δεξιά να προκαλεί έντονη μείωση της ατομικής ακτίνας (λανθανιδική και ακτινιδική συστολή).

### 5.42

#### Σωστό

**Αιτιολόγηση:** Στο άτομο του Zn το πραγματικό πυρηνικό φορτίο είναι κατά 10 μονάδες μεγαλύτερο του Ca. Σε αντιστάθμισμα έχουν τοποθετηθεί 10 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα  $d$ , τα οποία όμως ασκούν πολύ φτωχή προάσπιση στο πυρηνικό φορτίο. Επομένως, το δραστικό πυρηνικό φορτίο του Zn είναι πολύ μεγαλύτερο του Ca. Συνέπεια αυτού είναι τα  $4s$  ηλεκτρόνια του Zn να αποσπώνται πολύ δυσκολότερα απ' αυτό του Ca. Αυτό σημαίνει ότι ο Zn είναι αδρανές σε σχέση με το Ca.

### 5.43

#### Λάθος

**Αιτιολόγηση:** Το αντίθετο συμβαίνει. Η δραστική μείωση του μεγέθους των ατόμων, λόγω της λανθανιδικής και ακτινιδικής συστολής, σε συνδυασμό με την παράλληλη αύξηση της μάζας τους έχει ως αποτέλεσμα οι λανθανίδες, οι ακτινίδες και τα να έχουν σχετικά υψηλές τιμές πυκνότητας.

## Ερωτήσεις ανοικτού τύπου

### 5.44

**Απάντηση:** Με βάση τη θεωρία του Bohr η ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι ανάλογη του τετραγώνου του φορτίου του πυρήνα. Το φορτίο του πυρήνα  $\text{He}^+$  είναι διπλάσιο του  $\text{Li}^{2+}$  και τριπλάσιο αυτού του H.

### 5.45

**Απάντηση:** Σε μια περίοδο η πυκνότητα καταρχάς αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά (με την αύξηση του ατομικού αριθμού) και κατόπιν ελαττώνεται. Η καμπύλη μεταβολής της πυκνότητας σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό εμφανίζει ελάχιστα στα αλκάλια και μέγιστα στις μεσαίες ομάδες του περιοδικού πίνακα (στοιχεία μετάπτωσης). Τα στοιχεία με τις μέγιστες τιμές πυκνότητας βρίσκονται στο κέντρο της έκτης περιόδου και είναι τα Os, Ir και Pt (με πυκνότητα περίπου  $22 \text{ g cm}^{-3}$ ). Τα παραπάνω ερμηνεύονται με βάση την ατομική ακτίνα η οποία σε μια περίοδο ελαττώνεται από τα αλκάλια προς τα στοιχεία μετάπτωσης.

### 5.46

**Απάντηση:** Κατά τη συμπλήρωση των τροχιακών ακολουθείται η αρχή aufbau, σύμφωνα με την αρχή της ελάχιστης ενέργειας. Για το λόγο αυτό συμπληρώνεται πρώτα το  $4s$  τροχιακό και μετά το  $3d$  ( $E_{4s} < E_{3d}$ ), αφού λόγω μεγαλύτερης διεισδυτικότητας το  $4s$  είναι πιο κοντά στον πυρήνα και συνεπώς έχει μικρότερη ενέργεια από το  $3d$ . Ωστόσο, μετά τη συμπλήρωση των τροχιακών με ηλεκτρόνια, το  $3d$  έλκεται περισσότερο από τον πυρήνα, λόγω αντίστοιχης αύξησης του δραστικού πυρηνικού φορτίου, ενώ τα  $4s$  δεν αποτελούν μέρος των εσωτερικών ηλεκτρονίων, ώστε να προκαλέσουν θωράκιση. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ενέργεια του τροχιακού  $3d$  να χαμηλώσει σε σχέση με την  $4s$ , ώστε ισχύει:  $E_{3d} < E_{4s}$ . Αυτό σημαίνει ότι κατά τον ιοντισμό της πρώτης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης απομακρύνονται πρώτα τα  $4s$  ηλεκτρόνια και μετά τα  $3d$ . Ανάλογες σχέσεις ισχύουν για τα στοιχεία της δεύτερης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης, δηλαδή  $E_{5s} < E_{4d}$  ισχύει κατά τη δόμηση, ενώ  $E_{4d} < E_{5s}$  κατά τον ιοντισμό. Ομοίως, για τα στοιχεία της τρίτης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης έχουμε:  $E_{6s} < E_{5d}$  για τη δόμηση και  $E_{5d} < E_{6s}$  για τον ιοντισμό.

### 5.47

**Απάντηση:** Στο άτομο του Cu το πραγματικό πυρηνικό φορτίο είναι κατά 10 μονάδες μεγαλύτερο του K. Σε αντιστάθμισμα έχουν τοποθετηθεί 10 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα  $d$ , τα οποία όμως ασκούν πολύ φτωχή προάσπιση στο πυρηνικό φορτίο. Επομένως, το δραστικό πυρηνικό φορτίο του Cu είναι πολύ μεγαλύτερο του K. Συνέπεια αυτού είναι το τελευταίο ηλεκτρόνιο του Cu ( $4s$  ηλεκτρόνιο) να αποσπάται πολύ δυσκολότερα απ' αυτό του K. Δηλαδή,  $E_{ii}(\text{Cu}) > E_{ii}(\text{K})$ . Αυτό σημαίνει ότι ο Cu είναι αδρανές και το K δραστικό μέταλλο.