

## Λύσεις 2<sup>ης</sup> Σειράς Ασκήσεων

Για όλες τις ασκήσεις δίνεται ο Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων (Εικόνα 2.3).

Εικόνα 2.3. Ο Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	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	57 La	* 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	89 Ac	* 104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			* 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	71 Lu		
			* 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	103 Lr		

1. Δώστε τις τιμές του κύριου κβαντικού αριθμού ( $n$ ) και δευτερεύοντα κβαντικού αριθμού ( $l$ ) που αντιστοιχούν στα παρακάτω ατομικά τροχιακά (α)  $3p$  (β)  $2s$  (γ)  $4f$  (δ)  $5d$ .

**Στρατηγική:** Είναι γνωστό από τη θεωρία ότι:

- **Στιβάδες** (shells) ονομάζονται τα ατομικά τροχιακά με τον ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό  $n$ .
- **Υποστιβάδες** (subshells) ονομάζονται τα τροχιακά με ίδιους του κβαντικούς αριθμούς  $n$  και  $l$ .  
Οι τιμές του κβαντικού αριθμού  $l=0, 1, 2, 3$  ορίζουν αντίστοιχα τις υποστιβάδες  $s, p, d$  και  $f$ .  
Τέλος, ο αριθμός  $m_l$  παίρνει τιμές  $l, l-1, \dots, -l$

Τα παραπάνω συνοψίζονται στην ακόλουθη αλληλουχία στιβάδων και υποστιβάδων:

$s$ - τροχιακό	→ $l=0$ και $m_l=0$
$p$ - τροχιακό	→ $l=1$ και $m_l = -1, 0$ ή $+1$
$d$ - τροχιακό	→ $l=2$ και $m_l = -2, -1, 0, +1$ ή $+2$
$f$ - τροχιακό	→ $l=3$ και $m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2$ ή $+3$

### Επίλυση

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, οι τιμές του κύριου και του δευτερεύοντα κβαντικού αριθμού είναι αντίστοιχα:

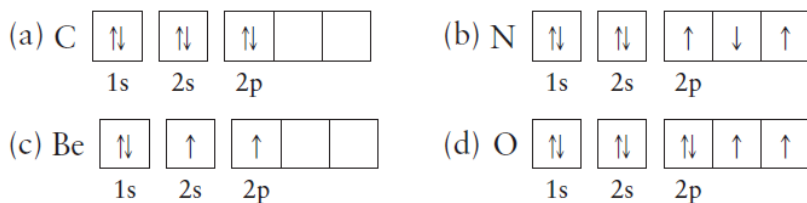
$$(α) n=3, l=1 \quad (β) n=2, l=0 \quad (γ) n=4, l=3 \quad (δ) n=5, l=2$$

2. Δώστε τις τιμές του κύριου κβαντικού αριθμού ( $n$ ) του δευτερεύοντα κβαντικού αριθμού ( $l$ ) και του μαγνητικού κβαντικού αριθμού ( $m_l$ ) για όλα τα εκφυλισμένα  $5d$  ατομικά τροχιακά.

**Στρατηγική:** Οι τιμές υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως αναπτύχθηκε στην Άσκηση 1 παραπάνω.

**Επίλυση:** Κύριος κβαντικός αριθμός  $n=5$ , Δευτερεύον κβαντικός αριθμός  $l=2$  και μαγνητικός κβαντικός αριθμός  $m_l = -2, -1, 0, +1$  ή  $+2$

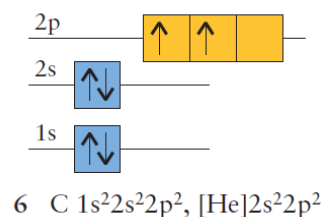
3. Προσδιορίστε αν καθεμιά από τις παρακάτω ηλεκτρονικές δομές αντιπροσωπεύει τη θεμελιώδη ή κάποια διεγερμένη κατάσταση του συγκεκριμένου ατόμου.



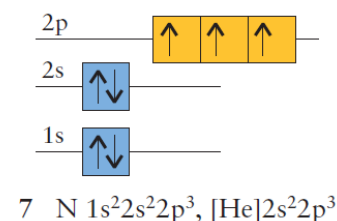
**Στρατηγική:** Με βάση τον ατομικό αριθμό και τις αρχές της ανοικοδόμησης (Απαγορευτική Αρχή του Pauli και τον Κανόνα του Hund), καλούμαστε να προσδιορίσουμε αν η τοποθέτηση των ηλεκτρονίων αντιστοιχεί στη θεμελιώδη κατάσταση του ατόμου (δείτε την «Ανάπτυξη Χημικών Δεξιοτήτων» στο φυλλάδιο των ασκήσεων).

### Επίλυση

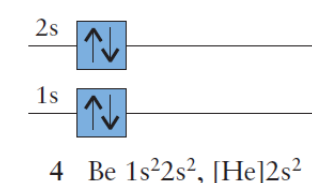
(a) Ο άνθρακας (C) έχει ατομικό αριθμό  $Z=6$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, θα πρέπει τα ηλεκτρόνια της 2p υποστιβάδας να καλύψουν τα  $2p_x$  και  $2p_y$  τροχιακά, δηλαδή να είναι μονήρη, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Συνεπώς, η δοθείσα ηλεκτρονική δομή αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του C.



(b) Το άζωτο (N) έχει ατομικό αριθμό  $Z=7$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, θα πρέπει τα ηλεκτρόνια της 2p υποστιβάδας να καλύψουν διαδοχικά τα  $2p_x$ ,  $2p_y$  και  $2p_z$  τροχιακά, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Όπως εύκολα παρατηρούμε, η αρχή αυτή ικανοποιείται. Όμως, το ηλεκτρόνιο σε ένα από τα ισοδύναμα τροχιακά έχει αντίστροφο σπιν, κάτι που παραβιάζει την αρχή της ανοικοδόμησης. Συνεπώς, η δοθείσα ηλεκτρονική δομή αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του N.



(c) Το Βηρύλλιο (Be) έχει ατομικό αριθμό  $Z=4$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, θα πρέπει τα ηλεκτρόνια να καλύψουν τα 1s και 2s ατομικά τροχιακά, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Κατά συνέπεια, η δοθείσα ηλεκτρονική δομή αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του Be.

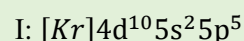
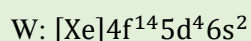
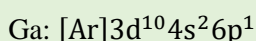
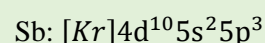
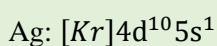


(d) Το Οξυγόνο (O) έχει ατομικό αριθμό  $Z=8$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης θα πρέπει διαδοχικά να καλυφθούν τα  $2p_x$ ,  $2p_y$  και  $2p_z$  τροχιακά με ένα ηλεκτρόνιο και το τελευταίο διαθέσιμο ηλεκτρόνιο να καλύψει ένα από τα τροχιακά αυτά, με αντίθετο σπιν από το ηλεκτρόνιο που ήδη υφίσταται. Κατά συνέπεια, η δοθείσα δομή αντιστοιχεί σε θεμελιώδη κατάσταση του ατόμου του O.

4. Ποια προβλέπετε ότι θα είναι η ηλεκτρονική δομή στη θεμελιώδη κατάσταση για τα ακόλουθα στοιχεία: (α) άργυρος (Ag), (β) βηρύλλιο (Be), (γ) αντιμόνιο (Sb), (δ) γάλλιο (Ga), (ε) βολφράμιο (W), (στ) ιώδιο (I);

**Στρατηγική:** Με βάση τον ατομικό αριθμό κάθε ατόμου και τις αρχές της ανοικοδόμησης, προσδιορίζουμε την τοποθέτηση των ηλεκτρονίων στη θεμελιώδη κατάσταση. Γράφουμε τα σύμβολα των τροχιακών με σειρά αύξουσας ενέργειας, με εκθέτη που δείχνει τον αριθμό των ηλεκτρονίων στο αντίστοιχο τροχιακό. Η σύνθεση μιας συμπληρωμένης στοιβάδας αντιπροσωπεύεται από το ευγενές αέριο που έχει την αντίστοιχη σύνθεση.

### Επίλυση



5. Ποια στοιχεία προβλέπετε ότι έχουν τις ακόλουθες ηλεκτρονικές δομές στη θεμελιώδη κατάσταση:
- $[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^4$
  - $[\text{Ar}]3d^34s^2$
  - $[\text{He}]2s^22p^2$
  - $[\text{Rn}]7s^26d^2$

**Στρατηγική:** Ο περιοδικός πίνακας που δίνεται στην Εικόνα 2.3 είναι το εργαλείο με το οποίο μπορούμε να αξιολογήσουμε μια ηλεκτρονική δομή στη θεμελιώδη κατάσταση, όπως μας δίνεται παραπάνω. Το ευγενές αέριο που αναφέρεται στη γραφή, μας κατευθύνει ως προς την συμπληρωμένη στοιβάδα, άρα και την περίοδο του Πίνακα στην οποία πρέπει να αναζητήσουμε το στοιχείο, η οποία είναι η αμέσως επόμενη από την περίοδο που βρίσκεται το αέριο αυτό.

Στη συνέχεια, καθώς τα διαδοχικά στοιχεία μιας περιόδου του Πίνακα διαφέρουν κατά μια μονάδα ατομικού αριθμού, δηλαδή κατά ένα ηλεκτρόνιο, θα πρέπει να έχουμε κατά νου τη διαδικασία συμπλήρωσης των ατομικών τροχιακών. Η συνήθης αλληλουχία συμπλήρωσης είναι:  $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < \dots$

### Επίλυση

- Το Kr ολοκληρώνει την 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα όπως παρατηρούμε στην εικόνα 2.3. Συνεπώς, το στοιχείο που αναζητούμε θα βρίσκεται στην αμέσως επόμενη περίοδο, δηλαδή την 5<sup>η</sup> περίοδο.

Σε μια περίοδο του Πίνακα, από αριστερά προς δεξιά τα στοιχεία ταξινομούνται με αύξων ατομικό αριθμό, δηλαδή έχουμε αύξηση του αριθμού των ηλεκτρονίων που τοποθετούνται στα κατάλληλα τροχιακά. Στην 5<sup>η</sup> περίοδο του πίνακα ξεκινάμε την «τοποθέτηση» ηλεκτρονίων από την 5s στιβάδα. Η 5s στιβάδα είναι συμπληρωμένη με ένα ζεύγος ηλεκτρονίων (2 ηλεκτρόνια), ενώ και η αμέσως επόμενη στοιβάδα, η 4d είναι κι αυτή συμπληρωμένη με τα 5 ατομικά τροχιακά της να καλύπτονται από 5 ζεύγη ηλεκτρονίων (10 ηλεκτρόνια). Αυτή η παρατήρηση σημαίνει πρακτικά ότι το στοιχείο που ψάχνουμε βρίσκεται μετά το 12<sup>ο</sup> στοιχείο της περιόδου (μετά την 12<sup>η</sup> ομάδα), δηλαδή μετά το Cd.

Η αμέσως επόμενη υποστιβάδα είναι 5p η οποία περιλαμβάνει 3 ατομικά τροχιακά και συνεπώς χρειάζεται 3 ζεύγη ηλεκτρονίων (6 ηλεκτρόνια) για να συμπληρωθεί και να ολοκληρώσει την 5<sup>η</sup> περίοδο του Πίνακα. Όμως, μας δίνεται ως πληροφορία ότι η 5p περιλαμβάνει 4 ηλεκτρόνια. Συνεπώς, το στοιχείο που ψάχνουμε είναι 4 θέσεις μετά το Cd ή 2 θέσεις πριν το ευγενές αέριο που συμπληρώνει την περίοδο αυτή, δηλαδή το Xe.

Συνεπώς, το ζητούμενο στοιχείο είναι το **Τελλούριο (Te)**.

- Με την ίδια συλλογιστική όπως και στο (i) βρισκόμαστε στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Πίνακα και την 5<sup>η</sup> ομάδα.

Συνεπώς, το ζητούμενο στοιχείο είναι το **Βανάδιο (V)**.

- Βρισκόμαστε στη 2<sup>η</sup> περίοδο του Πίνακα, η οποία περιλαμβάνει τις υποστιβάδες 2s και 2p. Καθώς δεν υπάρχει d υποστιβάδα για να συμπληρωθεί, η ομάδα 3 έως 12 απουσιάζουν για αυτή την περίοδο και η συμπλήρωση της 2p ξεκινά από την 13 ομάδα του Πίνακα.

Γνωρίζουμε ότι η 2p υποστιβάδα έχει δύο ηλεκτρόνια, οπότε βρισκόμαστε στην 14<sup>η</sup> ομάδα (12+2).

Συνεπώς, το ζητούμενο στοιχείο είναι ο **Ανθρακας (C)**.

- Βρισκόμαστε στην 7<sup>η</sup> περίοδο του Πίνακα. Με συμπληρωμένη την 7s υποστιβάδα παρατηρούμε ότι βρισκόμαστε στην περιοχή του πίνακα που ονομάζεται ομάδα των ακτινιδών (μετά το Ακτίνιο, Ac). Μια από τις ιδιαιτερότητες της ομάδας των ακτινιδών είναι ότι το πρώτο στοιχείο μετά το Ac, το Θόριο (Th), παρότι ανήκει σε αυτή, δεν έχει συμπληρωμένο κάποιο f τροχιακό, αλλά αντίθετα, προσθέτει ακόμη ένα ηλεκτρόνιο στην d υποστιβάδα.

Γενικά, καθώς προχωράμε σε όλο και μεγαλύτερους ατομικούς αριθμούς και στη συμπλήρωση των f τροχιακών, η συμπλήρωση των τροχιακών δεν ακολουθεί πάντα την προκαθορισμένη αλληλουχία. Αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί από το γεγονός ότι τα ηλεκτρόνια βρίσκονται όλο και πιο μακριά από την επίδραση του πυρήνα και οι απωστικές δυνάμεις από τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια βαίνουν συνεχώς αυξανόμενες.

Συνεπώς, το ζητούμενο στοιχείο είναι το **Θόριο (Th)**.

6. Για κάθε ένα από τα ακόλουθα στοιχεία προβλέψτε από τι τύπου τροχιακό (1s, 2p, 3d κλπ.) θα αποσπαστεί ένα ηλεκτρόνιο για να σχηματιστεί το αντίστοιχο ιόν με σθένος +1: **(α)** Ge, **(β)** Mn, **(γ)** Ba, **(δ)** Au.

**Στρατηγική:** Ξανά με τη βοήθεια του περιοδικού πίνακα θα προσδιορίσουμε τη θέση του κάθε στοιχείου και την αντίστοιχη περίοδο και ομάδα στην οποία ανήκει. Με βάση την ηλεκτρονική του δομή στη θεμελιώδη κατάσταση είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε σε τι τύπου τροχιακά βρίσκονται τα ηλεκτρόνια σθένους, από τα οποία θα αποσπαστεί το ηλεκτρόνιο που θα προσδώσει το σθένος +1.

### Επίλυση

**(α)** Το Γερμάνιο (Ge) με ατομικό αριθμό  $Z=32$  βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο του πίνακα και στην 14<sup>η</sup> ομάδα, δηλαδή στην περιοχή των p υποστιβάδων και πιο συγκεκριμένα η υποστιβάδα που φιλοξενεί τα ηλεκτρόνια σθένους του είναι η 4p, από την οποία θα αποσπαστεί και το ηλεκτρόνιο για να δημιουργηθεί σθένος +1.

**(β)** Το Μαγγάνιο (Mn) με ατομικό αριθμό  $Z=25$  βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο του πίνακα και στην 7<sup>η</sup> ομάδα. Το ηλεκτρόνιο έχει την τάση να αποσπαστεί από την υποστιβάδα 4s.

**(γ)** Το Βάριο (Ba) με ατομικό αριθμό  $Z=56$  βρίσκεται στην 6<sup>η</sup> περίοδο του πίνακα και στην 2<sup>η</sup> ομάδα. Το ηλεκτρόνιο έχει την τάση να αποσπαστεί από την υποστιβάδα 6s.

**(δ)** Ο Χρυσός (Au) με ατομικό αριθμό  $Z=79$  βρίσκεται στην 6<sup>η</sup> περίοδο του πίνακα και στην 11<sup>η</sup> ομάδα. Το ηλεκτρόνιο έχει την τάση να αποσπαστεί από την υποστιβάδα 6s.

7. Προβλέψτε τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους σε κάθε ένα από τα ακόλουθα άτομα (συμπεριλαμβανομένων και των ηλεκτρονίων των εξωτερικών d τροχιακών όπου υπάρχουν): **(α)** Bi, **(β)** Ba, **(γ)** Mn, **(δ)** Zn.

**Στρατηγική:** Ηλεκτρόνια σθένους (συμπεριλαμβανομένων και των ηλεκτρονίων στα εξωτερικά d τροχιακά) θεωρούνται τα ηλεκτρόνια που διαθέτει το κάθε στοιχείο πλέον του αμέσως προηγούμενου ευγενούς αερίου. Οπότε μπορούν να υπολογιστούν από την ηλεκτρονική δομή στη θεμελιώδη κατάσταση.

### Επίλυση

**(α)** Η δομή του Βισμούθιου (Bi) είναι  $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$ . Συνεπώς, τα ηλεκτρόνια σθένους (συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονίων των εξωτερικών d τροχιακών) είναι 29.

**(β)** Η δομή του Βαρίου (Ba) είναι  $[Xe]6s^2$ . Συνεπώς, τα ηλεκτρόνια σθένους είναι 2.

**(γ)** Η δομή του Μαγγανίου (Mn) είναι  $[Ar]3d^54s^2$ . Συνεπώς, τα ηλεκτρόνια σθένους (συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονίων των εξωτερικών d τροχιακών) είναι 7.

**(δ)** Η δομή του Ψευδαργύρου (Zn) είναι  $[Ar]3d^{10}4s^2$ . Συνεπώς, τα ηλεκτρόνια σθένους (συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονίων των εξωτερικών d τροχιακών) είναι 12.

8. Πόσα ασύζευκτα ηλεκτρόνια προβλέπονται για τα παρακάτω στοιχεία στην θεμελιώδη κατάσταση: **(α)** Bi, **(β)** Si, **(γ)** Ta, **(δ)** Ni.

**Στρατηγική:** Ασύζευκτα ηλεκτρόνια είναι τα ηλεκτρόνια σθένους που βρίσκονται μονήρη σε ατομικά τροχιακά. Συνεπώς, με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής δομής σε θεμελιώδη κατάσταση και της αρχής της ανοικοδόμησης των ατομικών τροχιακών, μπορούμε να προσδιορίσουμε τα συγκεκριμένα ηλεκτρόνια.

### Επίλυση

(α) Η δομή του Βισμούθιου (Bi) είναι  $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, τα 3 ηλεκτρόνια που βρίσκονται στην 6p υποστιβάδα πρέπει να είναι όλα ασύζευκτα. Συνεπώς, το Bi έχει 3 ασύζευκτα ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση.

(β) Η δομή του Πυριτίου (Si) είναι  $[Ne]3s^23p^2$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, τα 2 ηλεκτρόνια στην 3p υποστιβάδα πρέπει να είναι ασύζευκτα. Άρα το Si έχει 2 ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

(γ) Η δομή του Ταντάλιου (Ta) είναι  $[Xe]4f^{14}5d^36s^2$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, τα 3 ηλεκτρόνια της 5d υποστιβάδας πρέπει να είναι και τα τρία ασύζευκτα. Συνεπώς το Ta έχει 3 ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

(δ) Η δομή του Νικελίου (Ni) είναι  $[Ar]3d^84s^2$ . Σύμφωνα με την αρχή της ανοικοδόμησης, η υποστιβάδα 3d περιλαμβάνει 5 ατομικά τροχιακά που μπορούν να υποδεχτούν αντίστοιχα ζεύγη ηλεκτρονίων. Καθώς το Ni έχει 8 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα αυτή, τα πρώτα 5 θα συμπληρώσουν ως μονήρη κάθε ένα τροχιακό και τα υπόλοιπα 3 θα καλύψουν 3 από τα 5 ατομικά τροχιακά σχηματίζοντας ζεύγη. Συνεπώς θα απομείνουν 2 ηλεκτρόνια που θα είναι μονήρη στα ατομικά τροχιακά της υποστιβάδας 3d. Συνεπώς το Ni έχει 2 ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

9. Τοποθετήστε τα ακόλουθα ιόντα κατά αύξουσα ιοντική ακτίνα:  $S^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $P^{3-}$ .

**Στρατηγική:** Είναι γνωστό από το μάθημα της θεωρίας ότι όλα τα ανιόντα έχουν μεγαλύτερη ιοντική ακτίνα, από την αντίστοιχη ατομική ακτίνα των στοιχείων τους. Ο λόγος είναι ο αυξημένος αριθμός ηλεκτρονίων στην στοιβάδα σθένους των ανιόντων και οι απωστικές δυνάμεις. Οι ιοντικές ακτίνες των ανιόντων ακολουθούν σε γενικές γραμμές παρόμοια τάση με τις ακτίνες των ατόμων και των κατιόντων και, συνεπώς, αυξάνονται καθώς κινούμαστε από πάνω προς τα κάτω σε μια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και ελαττώνονται καθώς κινούμαστε οριζόντια στην ίδια περίοδο του Πίνακα. Συνεπώς, με τη βοήθεια του περιοδικού πίνακα θα εκτιμήσουμε τη σειρά των ανιόντων που δίνονται.

### Επίλυση

Και τα 3 στοιχεία που δίνονται ανήκουν στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και μάλιστα είναι διαδοχικά, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (μεγέθυνση από το Περιοδικό Πίνακα 2.3).

15 P	16 S	17 Cl
---------	---------	----------

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, οι ιοντικές ακτίνες των ανιόντων ελαττώνονται καθώς κινούμαστε οριζόντια στην ίδια περίοδο του Πίνακα.

Συνεπώς, η σειρά κατά αύξουσα ιοντική ακτίνα των συγκεκριμένων ανιόντων είναι:  $P^{3-} > S^{2-} > Cl^-$ .

10. Από τα παρακάτω ζεύγη ιόντων να αναφέρετε ποιο έχει, σε κάθε περίπτωση, την μεγαλύτερη ιοντική ακτίνα και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας:

- $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$
- $As^{3-}$ ,  $Se^{2-}$
- $Sn^{2+}$ ,  $Sb^{4+}$

**Στρατηγική:** Όλα τα κατιόντα έχουν μικρότερη ιοντική ακτίνα, από την αντίστοιχη ατομική ακτίνα των στοιχείων τους, γιατί το άτομο χάνει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια για να σχηματίσει το κατιόν και συνεπώς τα εναπομείναντα ηλεκτρόνια έλκονται πιο ισχυρά. Οι ιοντικές ακτίνες των κατιόντων που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα αυξάνουν καθώς κινούμαστε από πάνω προς τα κάτω, αφού τα ηλεκτρόνια καταλαμβάνουν στοιβάδες με υψηλότερους κύριους κβαντικούς αριθμούς. Σχετικά με το σχετικό μέγεθος των ανιόντων έγινε αναφορά στην Άσκηση 9. Συνεπώς, πάλι με τη βοήθεια του περιοδικού πίνακα θα εκτιμήσουμε το σχετικό μέγεθος των ιόντων που δίνονται.

### Επίλυση

- i. Τα στοιχεία Ca και Ba βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω (μεγέθυνση από το Περιοδικό Πίνακα 2.3).

19 K	20 Ca	21 Sc
37 Rb	38 Sr	39 Y
55 Cs	56 Ba	57 La

Συνεπώς, θα πρέπει να περιμένουμε με βάση όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω το  $Ba^{2+}$  να έχει μεγαλύτερη ιοντική ακτίνα από το  $Ca^{2+}$ .

- ii. Τα στοιχεία As και Se βρίσκονται στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα (δες εικόνα παρακάτω) οπότε, όπως αναπτύξαμε και νωρίτερα, η ιοντική ακτίνα των ανιόντων τους ελαττώνεται καθώς κινούμαστε οριζόντια στην περίοδο που ανήκουν.

33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
----------	----------	----------	----------

Συνεπώς, το  $As^{3-}$  θα έχει μεγαλύτερη ιοντική ακτίνα από το  $Se^{2-}$ .

- iii. Τα στοιχεία Sn και Sb βρίσκονται στην ίδια περίοδο του Πίνακα (δες εικόνα) και, όπως είναι εύλογο, θα αποβάλλουν ηλεκτρόνια από την ίδια υποστιβάδα.

14 Si	15 P
32 Ge	33 As
50 Sn	51 Sb
82 Pb	83 Bi

Συνεπώς, θα πρέπει να αναμένουμε ότι οι ιοντικές ακτίνες των κατιόντων τους,  $Sn^{2+}$  και  $Sb^{4+}$  αντίστοιχα, θα είναι περίπου ίσες.