

## ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΠΡΟΟΔΟΥ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Οδηγίες εξετάσεως

Θέματα 1-8: Σημειώστε Χ στον κύκλο με τη σωστή απάντηση.

Θέματα 9 και 10: Αιτιολογείστε πλήρως την απάντησή σας, στον χώρο που σας διατίθεται.

Βαθμολόγηση: Κάθε σωστή επιλογή για τα θέματα 1-8, βαθμολογείται με 1. Για κάθε εσφαλμένη απάντηση, αφαιρείται 1/3 της μονάδας από τον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Κάθε ερώτηση που δεν απαντάται, βαθμολογείται με 0.

Καθένα από τα θέματα 9 και 10, εφόσον απαντηθεί σωστά, λαμβάνει 2 μονάδες. Άριστα είναι το 12 και βάση είναι το 6.

Χρησιμοποιείστε σωστά τα σημαντικά ψηφία!

Δεδομένα: σταθερά του Planck =  $6,626 \times 10^{-34}$  kg.m<sup>2</sup>/s, μάζα πρωτονίου =  $1,67262 \times 10^{-27}$  kg

Ατομικά βάρη (σε amu): Χρώμιο (51,9961), Σίδηρος (55,845), Κοβάλτιο (58,9332), Νικέλιο (58,6934), Χαλκός (63,546), Ψευδάργυρος (65,39), Γάλλιο (69,723), Γερμάνιο (72,61), Αρσενικό (74,9216), Σελήνιο (78,96), Βρώμιο (79,904)

### ΘΕΜΑΤΑ – ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. Το χρώμιο έχει τέσσερα φυσικά ισότοπα με τις εξής κλασματικές αφθονίες και ατομικές μάζες:

<sup>50</sup>Cr, 4,35%, 49,9461 amu    <sup>52</sup>Cr, 83,79%, 51,9405 amu    <sup>53</sup>Cr, 9,50%, 52,9407 amu    <sup>54</sup>Cr, 2,36%, X amu

Η τιμή του X (σε amu) είναι:

53,9

54,0

53,94

53,9369

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ :** Δίνεται ότι η ατομική μάζα του χρωμίου είναι 51,9961 amu. Η ατομική μάζα (ατομικό βάρος), ισούται με το άθροισμα των επί μέρους γινομένων των ισοτοπικών μαζών επί των αντίστοιχων κλασματικών αφθονιών, δηλαδή:

$$51,9961 \text{ amu} = 0,0435(49,9461 \text{ amu}) + 0,8379(51,9405 \text{ amu}) + 0,0950(52,9406 \text{ amu}) + 0,0236(X \text{ amu})$$

$$= 2,172656 \text{ amu} + 43,520945 + 5,029357 + 0,0236 X$$

$$\Rightarrow 0,0236 X = 1,273147 \Rightarrow X = 53,9469 \text{ amu}$$

ή **X = 53,9 amu** (τρία σημαντικά ψηφία)

2. Το ακόλουθο διάγραμμα τροχιακών αντιστοιχεί στη διεγερμένη κατάσταση ενός ατόμου. Για ποιο άτομο πρόκειται;



Zn

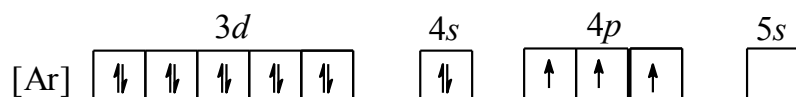
Ge

Ga

As

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** Το ζητούμενο άτομο έχει  $18 + 10 + 2 + 2 + 1 = 33$  ηλεκτρόνια και, εφόσον είναι ουδέτερο άτομο, έχει και 33 πρωτόνια ( $Z = 33$ ). Το στοιχείο με ατομικό αριθμό  $Z = 33$  είναι το **αρσενικό (As)**.

Το διάγραμμα τροχιακών του ατόμου As στη θεμελιώδη κατάσταση είναι το εξής:



Η διέγερση του ατόμου προκλήθηκε προφανώς από τη μεταπήδηση ενός ηλεκτρονίου  $4p$  στο τροχιακό  $5s$ .

**3.** Ένα πρωτόνιο που κινείται με ταχύτητα  $2,50 \text{ m/s}$  αντιστοιχεί σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εμπίπτει στην

- υπεριώδη περιοχή       υπέρυθη περιοχή       ορατή περιοχή       εγγύς υπέρυθη περιοχή

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** Χρησιμοποιούμε την εξίσωση του de Broglie ( $\lambda = h/mv$ ), όπου  $m$  η μάζα του πρωτονίου ( $1,67262 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ),  $v$  η ταχύτητα του πρωτονίου ( $2,50 \text{ m/s}$ ) και  $h$  η σταθερά του Planck ( $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$ ):

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}}{(1,67262 \times 10^{-27} \text{ kg}) \times (2,50 \text{ m/s})} = 1,58 \times 10^{-7} \text{ m} = 158 \text{ nm}$$

Το μήκος κύματος των  $158 \text{ nm}$  εμπίπτει στην **υπεριώδη περιοχή** του φάσματος.

**4.** Η σειρά κατά την οποία αυξάνονται οι ακτίνες των ιόντων  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  και  $\text{S}^{2-}$  είναι η:

- $\text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{S}^{2-}$       $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$       $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$       $\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Cl}^- < \text{S}^{2-}$

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** Τα δεδομένα ιόντα είναι μεταξύ τους ισοηλεκτρονικά, με 18 ηλεκτρόνια το καθένα, και έχουν την ηλεκτρονική δομή του ευγενούς αερίου Ar.

Σε μια σειρά ισοηλεκτρονικών ιόντων, οι ακτίνες αυξάνονται, καθώς ο ατομικός αριθμός ελαττώνεται. Οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων S, Cl, K και Ca είναι 16, 17, 19 και 20, αντίστοιχα. Άρα, η ζητούμενη σειρά είναι  **$\text{Ca}^{2+} < \text{K}^+ < \text{Cl}^- < \text{S}^{2-}$** .

**5.** Η ινσουλίνη είναι μια ορμόνη που ρυθμίζει τη χρήση της γλυκόζης στο σώμα. Τα moles ινσουλίνης που απαιτούνται για την παρασκευή  $35 \text{ mL}$  διαλύματος ινσουλίνης  $0,00523 \text{ M}$  είναι:

- $1,8 \times 10^{-4}$         $1,83 \times 10^{-3}$         $1,8 \times 10^{-3}$         $0,183 \times 10^{-4}$

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** Σε  $1 \text{ L}$  διαλύματος ινσουλίνης υπάρχουν  $0,00523 \text{ mol}$  ινσουλίνης. Επίσης,  $35 \text{ mL}$  διαλύματος είναι ίσα με  $35 \times 10^{-3} \text{ L}$  διαλύματος. Άρα

$$35 \times 10^{-3} \text{ L διαλύματος} \times \frac{0,00523 \text{ mol ινσουλίνης}}{1 \text{ L διαλύματος}} =$$

$$0,18305 \times 10^{-3} \text{ mol ινσουλίνης} = \mathbf{1,8 \times 10^{-4} \text{ mol ινσουλίνης}}$$

6. Ένα δείγμα αιθανόλης περιέχει  $4,150 \times 10^{23}$  άτομα υδρογόνου. Πόσα μόρια αιθανόλης υπάρχουν σε αυτό το δείγμα;

- $7,00 \times 10^{23}$         $6,917 \times 10^{22}$         $6,917 \times 10^{23}$         $6,920 \times 10^{22}$

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

$$4,150 \times 10^{23} \text{ άτομα H} \times \frac{1 \text{ μόριο C}_2\text{H}_5\text{OH}}{6 \text{ άτομα H}} =$$

**$6,917 \times 10^{22}$  μόρια  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$**

7. Στο κάποιο μάθημα είδαμε το πείραμα διάλυσης μεταλλικού χαλκού από αραιό νιτρικό οξύ. Στη χημική εξίσωση που παριστάνει αυτή την αντίδραση, οι αριθμητικοί συντελεστές για χαλκό / νιτρικό οξύ είναι:

- 1 : 2       1 : 4       3 : 8       3 : 4

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**  $3\text{Cu(s)} + 8\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Cu(NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NO(g)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$

8. Ένα μονατομικό ιόν έχει φορτίο +3. Ο πυρήνας του ιόντος έχει μαζικό αριθμό 45. Ο αριθμός νετρονίων του πυρήνα είναι 1,14 φορές μεγαλύτερος από τον αριθμό των πρωτονίων. Πόσα ηλεκτρόνια έχει το ιόν; Για ποιο στοιχείο πρόκειται;

- 23, Fe       18, Sc       21, Cr       22, Mn

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** Αν  $x$  είναι ο αριθμός των πρωτονίων, ο αριθμός των νετρονίων θα είναι  $1,14x$ . Επειδή ο μαζικός αριθμός είναι 45, έχουμε

$$45 = x + 1,14x = 2,14x$$

Άρα,  $x = 21,03$  ή  $x = 21$ . Το στοιχείο είναι το **σκάνδιο (Sc)** και επειδή το φορτίο του ιόντος είναι +3, υπάρχουν **18 ηλεκτρόνια** σε αυτό.

9. Ποια ιόντα στοιχείων έχουν τις ακόλουθες ηλεκτρονικές δομές και φορτία;

(α)  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$  με φορτίο +1      (β)  $[\text{He}] 2s^2 2p^6$  με φορτίο -2

(γ)  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^6$  με φορτίο -1      (δ)  $[\text{Ar}] 3d^5$  με φορτίο +2

Ποια από αυτά έχουν διαμαγνητικές ιδιότητες; Αιτιολογήστε πλήρως την απάντησή σας.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ :**

(α) Το ιόν αυτό έχει  $10 + 2 + 6 = 18$  ηλεκτρόνια, 10 από το [Ne] και 8 από τους υπόλοιπους όρους. Επειδή φέρει φορτίο +1, πρέπει να προσθέσουμε ένα ηλεκτρόνιο για να βρούμε τον αριθμό ηλεκτρονίων του ουδέτερου ατόμου και, κατά συνέπεια, τον ατομικό του αριθμό. Επομένως, το ουδέτερο άτομο έχει 19 ηλεκτρόνια και βέβαια ατομικό αριθμό (αριθμό πρωτονίων στον πυρήνα) 19. Από τον Περιοδικό Πίνακα

βρίσκουμε ότι πρόκειται για το στοιχείο **κάλιο (K)**, το οποίο στην θεμελιώδη κατάσταση έχει την ηλεκτρονική δομή  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 4s^1$  (ή  $[\text{Ar}] 4s^1$ ).

Άρα, πρόκειται για το **ión  $\text{K}^+$** , το οποίο δεν έχει μονήρες (ασύζευκτο) ηλεκτρόνιο, είναι δηλαδή **διαμαγνητικό**.

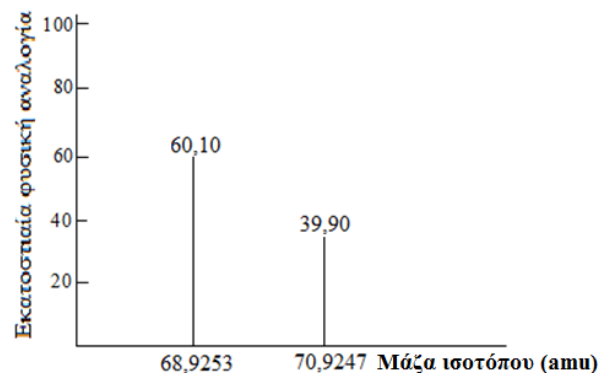
(β) Το **ión** αυτό έχει  $2 + 2 + 6 = 10$  ηλεκτρόνια. Φέρει φορτίο  $-2$ , άρα έχει 2 ηλεκτρόνια περισσότερα από αυτά που έχει το ουδέτερο άτομο. Επομένως, το άτομο έχει 8 ηλεκτρόνια και ο ατομικός του αριθμός είναι 8. Το στοιχείο με ατομικό αριθμό 8 είναι το **οξυγόνο (O)** και το **ión** με φορτίο  $(-2)$  είναι το  **$\text{O}^{2-}$** , το οποίο δεν έχει μονήρες ηλεκτρόνιο, είναι δηλαδή **διαμαγνητικό**.

(γ) Το **ión** αυτό έχει  $18 + 10 + 2 + 6 = 36$  ηλεκτρόνια και με ανάλογο τρόπο, όπως στην απάντηση (β), πρέπει να αφαιρέσουμε 1 ηλεκτρόνιο για να βρούμε την ηλεκτρονική δομή του ουδέτερου ατόμου και τον ατομικό του αριθμό. Το ουδέτερο άτομο έχει 35 ηλεκτρόνια και ο ατομικός του αριθμός είναι 35. Το στοιχείο στον Π.Π. που έχει ατομικό αριθμό 35 είναι το **βρώμιο (Br)** με ηλεκτρονική δομή  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^5$  και το **ión** είναι το  **$\text{Br}^-$** , το οποίο δεν έχει μονήρες ηλεκτρόνιο, είναι δηλαδή **διαμαγνητικό**.

(δ) Όπως στο (α), βρίσκουμε ότι ο ατομικός αριθμός  $Z$  είναι  $18 + 5 + 2 = 25$ , δηλαδή το στοιχείο είναι το **μαγγάνιο (Mn)** και το **ión** είναι το  **$\text{Mn}^{2+}$** , το οποίο έχει 5 μονήρη ηλεκτρόνια, είναι δηλαδή **παραμαγνητικό**.

**10.** Στο διπλανό σχήμα δίνεται το φάσμα μάζας ενός κατιόντος  $\text{X}^+$ . Υπολογίστε το ατομικό βάρος του στοιχείου X και βρείτε για ποιο στοιχείο πρόκειται. Συμβολίστε τα ισότοπά του.

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**



Το στοιχείο X έχει προφανώς δύο ισότοπα με μαζικούς αριθμούς 69 και 71 (πλησιέστεροι ακέραιοι των αριθμών 68,9253 και 70,9247, αντίστοιχα). Γνωρίζουμε ότι

$$\text{ατομική μάζα (ατομικό βάρος) του X} = (0,6010)(68,9253 \text{ amu}) + (0,3990)(70,9247 \text{ amu}) \\ = 41,42 \text{ amu} + 28,30 \text{ amu} = 69,72 \text{ amu}$$

$$\Rightarrow \text{ατομική μάζα (ατομικό βάρος) του X} = \mathbf{69,72}$$

Από τον πίνακα δεδομένων, βρίσκουμε ότι το στοιχείο X αντιστοιχεί στο **γάλλιο (Ga)** με ατομικό αριθμό 31. Άρα, τα ζητούμενα ισότοπα είναι

