

Λύσεις Σειράς Ασκήσεων 1

1. (α) Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα μαζών του παρακάτω πίνακα, υπολογίστε το ποσοστό (ή κλάσμα) της μάζας ενός ατόμου υδρογόνου που συγκεντρώνεται στον πυρήνα του. Υποθέστε ότι ο πυρήνας αποτελείται μόνο από ένα πρωτόνιο.

Σωματίδιο	Φορτίο*	Μάζα/u	Θέση
πρωτόνιο	+1	1.007 276 47	στον πυρήνα
νετρόνιο	0	1.008 664 90	στον πυρήνα
ηλεκτρόνιο	-1	$5.485\,7990 \times 10^{-4}$	εκτός πυρήνα

* Σχετικά με το φορτίο ενός πρωτονίου. Το πραγματικό φορτίο ενός πρωτονίου είναι $1,602 \times 10^{-19}\text{C}$.

(β) Δεδομένου ότι ο λόγος της διαμέτρου ενός πυρήνα προς τη διάμετρο ενός ατόμου είναι ίσος με 1×10^{-5} , να υπολογίσετε το ποσοστό του όγκου ενός ατόμου που καταλαμβάνεται από τον πυρήνα. (Υπόδειξη: Θυμηθείτε ότι ο όγκος μιας σφαίρας δίνεται από τη σχέση $V = \frac{4}{3}\pi r^3$).

Λύση

(α) Το ποσοστό κατά μάζα που βρίσκεται στον πυρήνα ενός ατόμου υδρογόνου δίνεται από το λόγο της μάζας του πρωτονίου προς το άθροισμα της μάζας του πρωτονίου και της μάζας του ηλεκτρονίου, πολλαπλασιασμένο επί 100 ώστε να μετατραπεί σε ποσοστό:

Δηλαδή έχουμε:

$$\frac{1.007\,276\,47}{1.007\,276\,47 + 0.000\,548\,579\,90} \times 100 = 99.945\,5679\%$$

Το 99.9% της μάζας ενός ατόμου υδρογόνου βρίσκεται συγκεντρωμένο στον πυρήνα του.

(β) Αν η διάμετρος του πυρήνα είναι 1×10^{-5} φορές η διάμετρος του ατόμου, τότε η **ακτίνα** του πυρήνα είναι επίσης 1×10^{-5} φορές η ακτίνα του ατόμου.

Ο όγκος μιας σφαίρας δίνεται από:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Άρα, το ποσοστό του όγκου του πυρήνα ως προς τον όγκο του ατόμου είναι:

$$\begin{aligned}\frac{V_{\text{πυρήνα}}}{V_{\text{ατόμου}}} &= \frac{\frac{4}{3}\pi(r_{\text{πυρήνα}})^3}{\frac{4}{3}\pi(r_{\text{ατόμου}})^3} = \left(\frac{r_{\text{πυρήνα}}}{r_{\text{ατόμου}}}\right)^3 \\ \left(\frac{r_{\text{πυρήνα}}}{r_{\text{ατόμου}}}\right) &= 1 \times 10^{-5} \\ (1 \times 10^{-5})^3 &= 1 \times 10^{-15}\end{aligned}$$

Μετατρέποντας σε ποσοστό (%):

$$1 \times 10^{-15} \times 100\% = 1 \times 10^{-13}\%$$

Ο πυρήνας καταλαμβάνει περίπου $1 \times 10^{-13} \%$ του όγκου ενός ατόμου!

Σχόλιο: Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των ερωτημάτων (α) και (β) παρατηρούμε πόσο «κενό» είναι το άτομο — σχεδόν όλη η μάζα του συγκεντρώνεται σε έναν πυρήνα που καταλαμβάνει εξαιρετικά μικρό όγκο.

2. Χρησιμοποιήστε τον περιοδικό πίνακα για να ταξινομήσετε καθένα από τα παρακάτω στοιχεία ως στοιχείο κύριας ομάδας, στοιχείο μετάπτωσης ή εσωτέρο στοιχείο μετάπτωσης:

Sb **Sg** **Sc**, **Se** **Th**

Αν το στοιχείο ανήκει στα στοιχεία κύριας ομάδας, να αναφέρετε τον αριθμό της ομάδας του και να προσδιορίσετε αν είναι μέταλλο, αμέταλλο ή ημιμέταλλο.

Λύση

Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται οι πληροφορίες που ζητούνται για κάθε μέταλλο.

Σύμβολο	Όνομα	Ταξινόμηση
Sb	Αντιμόνιο	Στοιχείο κύριας ομάδας, Ομάδα 15, ημιμέταλλο
Sg	Σεαβόργκιο	Στοιχείο μετάπτωσης, Ομάδα 6
Sc	Σκάνδιο	Στοιχείο μετάπτωσης, Ομάδα 3
Se	Σελήνιο	Στοιχείο κύριας ομάδας, Ομάδα 16, αμέταλλο
Th	Θόριο	Ακτινίδιο, εσωτέρο στοιχείο μετάπτωσης

Τα στοιχεία επισημαίνονται και στον Περιοδικό Πίνακα.

Periodic Table of the Elements																	

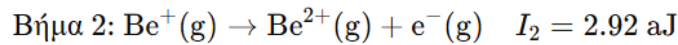
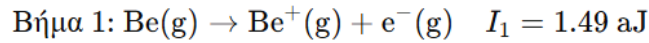
3. (α) Αναφερόμενοι στις ενέργειες ιοντισμού που δίνονται στον παρακάτω πίνακα, να υπολογίσετε την ενέργεια που απαιτείται για τον σχηματισμό ενός ιόντος $\text{Be}^{2+}(\text{g})$ από ένα ουδέτερο άτομο βηρυλλίου στην αέρια φάση, $\text{Be}(\text{g})$.

(β) Χρησιμοποιήστε τα δεδομένα του πίνακα για ένα άτομο άνθρακα, ώστε να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση του $\ln I_n$ (όπου I_n είναι η ενέργεια ιοντισμού – Ionization energy σε attojoules) σε συνάρτηση με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που αφαιρούνται, n . Τι παρατηρείτε στο γράφημά σας; . (Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε επιστημονικό κομπιουτεράκι για να υπολογίσετε τις τιμές της συνάρτησης $\ln$)

Ionization energy/aJ											
Z	Element	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9	I_{11}
1	H	2.18									
2	He	3.94	8.72								
3	Li	0.86	12.1	19.6							
4	Be	1.49	2.92	24.7	34.9						
5	B	1.33	4.04	6.08	41.5	54.5					
6	C	1.81	3.90	7.67	10.3	62.8	78.5				
7	N	2.32	4.75	7.60	12.4	15.7	88.4	107			
8	O	2.17	5.63	8.80	12.4	18.2	22.7	118	140		
9	F	2.78	5.60	10.0	14.0	18.3	25.2	29.7	153	177	
10	Ne	3.45	6.56	10.2	15.6	20.2	25.3	33.2	38.3	192	218
11	Na	0.83	7.57	11.5	15.8	22.2	27.6	33.4	42.3	48.0	238 264

Λύση

(α) Για να μετατραπεί το Be(g) σε $\text{Be}^{2+}(\text{g})$ απαιτείται η απομάκρυνση δύο ηλεκτρονίων. Οι αντίστοιχες εξισώσεις είναι:



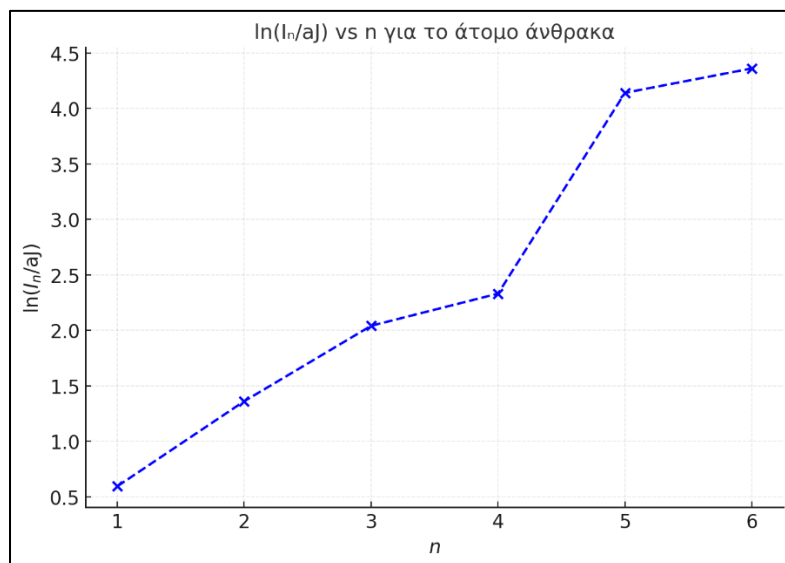
Η συνολική απαιτούμενη ενέργεια είναι:

$$I_1 + I_2 = 4.41 \text{ aJ}$$

(β) Παράγουμε τον ακόλουθο πίνακα τιμών $\ln I_n$ για τις ενέργειες ιοντισμού του ατόμου του άνθρακα (C), όπου n το πλήθος των ηλεκτρονίων.

n	$I_n / (\text{aJ})$	$\ln I_n / (\text{aJ})$
1	1.81	0.593
2	3.90	1.36
3	7.67	2.04
4	10.3	2.33
5	62.8	4.14
6	78.5	4.36

Το διάγραμμα της $\ln(I_n/\text{aJ})$ σε συνάρτηση με το n για ένα άτομο άνθρακα δίνει:



Παρατηρείται ότι τα τέσσερα πρώτα ηλεκτρόνια αφαιρούνται πολύ ευκολότερα από το άτομο άνθρακα σε σύγκριση με το πέμπτο και το έκτο. Αυτό υποδεικνύει ότι το άτομο του άνθρακα διαθέτει δύο στιβάδες:

- μία εσωτερική στιβάδα που περιέχει δύο ηλεκτρόνια, και

- μία εξωτερική στιβάδα που περιέχει τέσσερα ηλεκτρόνια.

Η απότομη αύξηση της ενέργειας ιοντισμού μετά το τέταρτο ηλεκτρόνιο οφείλεται στην απομάκρυνση ηλεκτρονίων από την εσωτερική στιβάδα, η οποία είναι πολύ πιο σταθερή.

4. (α) Τα λέιζερ χρησιμοποιούνται συχνά για τη μελέτη χημικών αντιδράσεων. Ένα λέιζερ $\text{CO}_2(\text{g})$ παράγει μια έντονη δέσμη ακτινοβολίας με μήκος κύματος $10,6 \text{ }\mu\text{m}$. Να υπολογίσετε τη συχνότητα αυτής της ακτινοβολίας.

(β) Τα ραντάρ Ka Wide-Band, που χρησιμοποιούνται συχνότερα από την Τροχαία για τη μέτρηση της ταχύτητας των οχημάτων εν κινήσει, λειτουργούν σε περιοχή συχνοτήτων από 34.2 έως 35.2 GHz . Να υπολογίσετε το εύρος μηκών κύματος αυτής της ακτινοβολίας.

Λύση

(α) Εφόσον $\lambda = 10.6 \times 10^{-6} \text{ m}$, χρησιμοποιώντας την εξίσωση $\lambda\nu = c$ έχουμε:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{10.6 \times 10^{-6} \text{ m}} = 2.83 \times 10^{13} \text{ s}^{-1} = 2.83 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

Η συχνότητα της ακτινοβολίας είναι $\nu = 2.83 \times 10^{13} \text{ Hz}$.

(β) Το εύρος του μήκους κύματος βρίσκεται μεταξύ των τιμών που αντιστοιχούν στις συχνότητες 34.2 έως 35.2 GHz . Με χρήση της $\lambda\nu = c$ έχουμε:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{34.2 \times 10^9 \text{ s}^{-1}} = 8.77 \times 10^{-3} \text{ m} = 8.77 \text{ mm}$$

και αντίστοιχα

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{35.2 \times 10^9 \text{ s}^{-1}} = 8.52 \times 10^{-3} \text{ m} = 8.52 \text{ mm}$$

Συνεπώς, το εύρος του μήκους κύματος είναι μεταξύ 8.52 mm και 8.77 mm .