

ΘΕΜΑ 7 (1 μονάδα).

A. Για να είναι ορατή στο ανθρώπινο μάτι, μία ακτινοβολία πρέπει να έχει μήκος κύματος από 400 έως 700 nm. Σε τί ενέργειες σε eV αντιστοιχούν αυτά τα όρια; Δίνεται το γινόμενο $h \cdot c = 1,2 \times 10^{-6} \text{ eV} \cdot \text{m}$.

Απάντηση: $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

Μπλε: $400 \text{ nm} = 400 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow E = \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-7}} = \frac{12 \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 10^{-7}} = 3 \text{ eV}$

Κόκκινο: $700 \text{ nm} = 700 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 7 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow E = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{7 \cdot 10^{-7}} = \frac{12}{7} \sim 1,7 \text{ eV}$

B. Σε ένα άτομο, μία ενεργειακή στάθμη αντιστοιχεί σε ενέργεια -60 eV. Με ποιες προϋποθέσεις μία ενεργειακή μετάβαση από την στάθμη αυτή μπορεί να εκπέμψει ή να απορροφήσει ορατό φως;

Απάντηση: Για εκπομπή φωτός, πρέπει να γίνει μετάβαση σε στάθμη με χαμηλότερη ενέργεια, με την διαφορά ενέργειας να βρίσκεται μεταξύ 1,7 και 3 eV. Άρα η νέα στάθμη πρέπει να έχει ενέργεια μεταξύ -61,7 και -63 eV.

Για απορρόφηση αντίστοιχα, η νέα στάθμη πρέπει να βρίσκεται μεταξύ -57 και -58,3 eV.

ΘΕΜΑ 6 (1 μονάδα). Σε ένα άτομο με ένα ηλεκτρόνιο, οι ενεργειακές καταστάσεις δίνονται από την σχέση $E_n = E_0/n^2$, όπου $E_0 = -72 \text{ eV}$ και $n = 1, 2, 3, \dots$

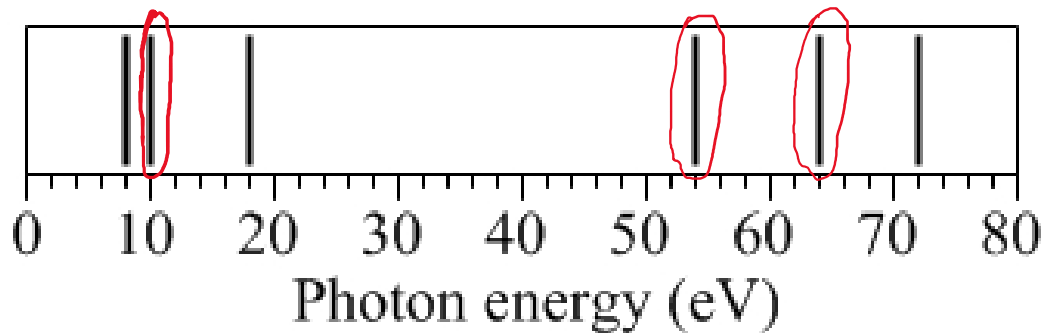
A) (0,3 μον.) Υπολογίστε τις τρεις στάθμες με την χαμηλότερη ενέργεια.

$$\begin{aligned}
 n=1 &\longrightarrow E_1 = -72 \text{ eV} \\
 n=2 &\longrightarrow E_2 = -18 \text{ eV} \\
 n=3 &\longrightarrow E_3 = -8 \text{ eV}
 \end{aligned}$$

Μεταξύ αυτών των 3 γραμμών οι επιτρεπτές μεταβάσεις είναι $E_1 - E_2, E_1 - E_3, E_2 - E_3$, κτ

$$\begin{aligned}
 \Delta E_{12} &= 54 \text{ eV} & \Delta E_{13} &= 64 \text{ eV} \\
 \Delta E_{23} &= 10 \text{ eV}
 \end{aligned}$$

B) (0,7 μονάδα). Στο σχήμα φαίνονται φασματικές γραμμές, σε μονάδες ενέργειας. Ποιες από αυτές αντιστοιχούν στο φάσμα του αερίου μας και ποιες όχι;



Με βάση τα ΔE του ερωτήματος A, οι 3 κυκλωμένες γραμμές (10, 54, 64 eV) αντιστοιχούν στο αέριο μας.

ΘΕΜΑ 7 (1 μονάδα). Δύο ραδιενεργά υλικά A και B έχουν αρχικά τον ίδιο αριθμό ραδιενεργών πυρήνων N_0 . Το υλικό A έχει χρόνο ημιζωής $t_A = 4$ ημέρες, ενώ ο χρόνος ημιζωής του B είναι άγνωστος. Μετά από 12 ημέρες, ο αριθμός ραδιενεργών πυρήνων του B είναι διπλάσιος του αριθμού πυρήνων του A. Ποιος ο χρόνος ημιζωής t_B του υλικού B; (η άσκηση λύνεται σχεδόν άμεσα, αν σκεφτούμε τί σημαίνει χρόνος ημιζωής!).

Απάντηση:

Υλικό A:

$$t=0 \rightarrow N_0$$

$$t=4 \text{ ημ} \rightarrow \frac{N_0}{2}$$

$$t=8 \text{ ημ} \rightarrow \frac{N_0}{4}$$

$$t=12 \text{ ημ} \rightarrow \frac{N_0}{8}$$

Υλικό B: Μας δίνεται ότι

για $t=12 \text{ ημ}$ θα έχει $2 \cdot \frac{N_0}{8}$,

δηλ. $\frac{N_0}{4}$. Αν t_x είναι ο χρόνος ημιζωής του B, τότε:

$$t=0 \rightarrow N_0$$

$$t=t_x \rightarrow \frac{N_0}{2}$$

$$t=2t_x \rightarrow \frac{N_0}{4} \text{ Άρα } 2 \cdot t_x = 12 \text{ ημ}$$

$$\text{άρα } \underline{t_x = 6 \text{ ημ}}$$

ΘΕΜΑ 8 (1,5 μονάδα) Το Τεχνητό 99m (Tc-99m) είναι ένα ραδιενεργό ισότοπο που χρησιμοποιείται στην τομογραφία. Έχει χρόνο ημιζωής 6 ώρες. Κάθε πυρήνας που αποδιεγείρεται εκπέμπει ένα φωτόνιο ακτινοβολίας γ με ενέργεια 140 keV.

A. Κατά ποιον παράγοντα μειώνεται η ενεργότητά του 48 ώρες μετά την χορήγησή του στον ασθενή;

Αν C_0 είναι η ενεργότητα των στιγμής χορήγησης ($t=0$):

$$t=0 \rightarrow C_0 \quad t=24h \rightarrow \frac{C_0}{16}$$

$$t=6h \rightarrow \frac{C_0}{2} \quad t=30h \rightarrow \frac{C_0}{32}$$

$$t=12h \rightarrow \frac{C_0}{4} \quad t=36h \rightarrow \frac{C_0}{64}$$

$$t=18h \rightarrow \frac{C_0}{8} \quad t=42h \rightarrow \frac{C_0}{128}$$

$$t=48h \rightarrow \frac{C_0}{256}$$

B. Έχουμε μία πηγή Tc-99m μάζας 1 mg. Αρχικά όλοι οι πυρήνες είναι ραδιενεργοί. Στο διάστημα των 48 ωρών, πόσοι πυρήνες διασπώνται και ποια η συνολική δόση σε Gy που απορροφά μια μάζα 100 Kg; Μπορείτε να θέσετε μοριακή μάζα Tc-99m = 100. Αριθμός Avogadro $\sim 6 \times 10^{23}$. $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

Πρώτα πρέπει να βρούμε πόσοι είναι οι πυρήνες στον αρχικό.

Σε 100g έχουμε $6 \cdot 10^{23}$ πυρήνες. Σε 1mg πρέπει να

διαιρέσουμε με το $10^5 \rightarrow N_0 = 6 \cdot 10^{18}$ πυρήνες. Σε 48 ώρες

(βλ ερώτηση A) έχουν μείνει $\frac{N_0}{256}$ πυρήνες. Άρα έχουν διασπαστεί

$$N_0 - \frac{N_0}{256} = \frac{255}{256} N_0 \text{ πυρήνες. Αντικαθιστώντας, βρίσκουμε } 5,98 \cdot 10^{18} \text{ πυρήνες που διασπαστούν}$$

Συνολικά, η ενέργεια που εφηνέκνεται σε eV είναι:

$$140 \cdot 10^3 \cdot 5,98 \cdot 10^{18} = 837,2 \cdot 10^{21} eV =$$

$$= 837,2 \cdot 10^{21} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} J = 1,339,52 \cdot 10^2 J = 133952 J$$

$$\text{Η Δόση είναι } D = \frac{E}{m} = \frac{133952}{100} = 1339,52 Gy$$

$$[1 Gy = 1 J/kg]$$