

## ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Διδάσκοντες: Κ. Κοσμίδης, Κ. Φουντάς, Ν. Πατρώνης, Μ. Μπενής

### “ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ”

3 – 10 – 2013

#### Θέμα 1<sup>ο</sup>:

(α) Ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές διατάξεις αντιστοιχούν σε άτομα στη βασική ηλεκτρονιακή κατάσταση. Εξηγήστε

$1s^2 2s^2 2p^5$ ,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$ ,  $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$ ,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$ ,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

[10 μονάδες]

(β) Που οφείλεται η λεπτή υφή στα ατομικά φάσματα; Εξηγήστε με απόλυτη συντομία.

[5 μονάδες]

(γ) Λαμβάνοντας υπόψη την λεπτή υφή δώστε μια ποιοτική απεικόνιση του φάσματος που προκύπτει από τη μετάβαση (αποδιέγερση)  $1s^2 2s^2 2p^6 3p \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s$  στο άτομο του Na. Δώστε τον πλήρη φασματοσκοπικό συμβολισμό των εμπλεκόμενων ατομικών καταστάσεων.

[10 μονάδες]

#### Θέμα 2<sup>ο</sup>:

Η ενέργεια της πρώτης διεγερμένης περιστροφικής κατάστασης του  $^1\text{H}^{35}\text{Cl}$  είναι  $2,62 \times 10^{-3}$  eV. Ποια η αντίστοιχη ενέργεια στο μόριο  $^1\text{H}^{37}\text{Cl}$ ; (θεωρείστε ότι το μήκος του δεσμού είναι ίδιο στα δύο μόρια). Υπολογίστε το μήκος κύματος των φωτονίων που θα εκπεμφθούν κατά την αποδιέγερση από την περιστροφική κατάσταση με  $\ell = 4$  στην  $\ell = 3$  στα ανωτέρω μόρια.

[25 μονάδες]

Δίδεται:  $h = 6.626 \times 10^{-34}$  J·sec,  $E_{\text{περ}} = hB\ell(\ell+1)$ ,  $B = h/8\pi^2 I$ ,  $1\text{eV} = 1,602 \times 10^{-19}$  J,

$1\text{eV} \cong 1239.8 / \lambda(\text{nm})$ ,  $I = \mu R^2$ ,  $m_{\text{H}} = 1.673 \times 10^{-27}$  kg,  $m_{^{35}\text{Cl}} = 58.51 \times 10^{-27}$  kg,

$m_{^{37}\text{Cl}} = 61.86 \times 10^{-27}$  kg,  $c = 3 \times 10^8$  m/sec.

**Θέμα 3ο:**

(α) Σύμφωνα με το **πρότυπο της υγρής σταγόνας** η ενέργεια σύνδεσης ( $E_b$ ) για έναν πυρήνα με ατομικό αριθμό  $Z$  και μαζικό αριθμό  $A$  δίνεται από την πιο κάτω εξίσωση:

$$Eb = C_1 \cdot A - C_2 \cdot A^{2/3} - C_3 \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} - C_4 \frac{(A-2Z)^2}{A} + \delta \quad \text{όπου} \quad \delta = \begin{cases} -C_5 \frac{1}{A^{3/4}}, \text{ για } N \text{ και } Z \text{ περιττούς} \\ +C_5 \frac{1}{A^{3/4}}, \text{ για } N \text{ και } Z \text{ άρτιους} \\ 0, \text{ για } A \text{ περιττό} \end{cases}$$

Εξηγήστε την **φυσική σημασία των πέντε όρων** της πιο πάνω εξίσωσης. [8 μονάδες]

(β) Ένας από τους πλέον σταθερούς πυρήνες είναι ο  $^{56}\text{Fe}$  ( $Z=26$ ). Να υπολογίσετε την **ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο** για τον  $^{56}\text{Fe}$  σύμφωνα με το πρότυπο της υγρής σταγόνας.

Δίνονται:  $C_1 = 15.7 \text{ MeV}$ ,  $C_2 = 17.8 \text{ MeV}$ ,  $C_3 = 0.71 \text{ MeV}$ ,  $C_4 = 23.6 \text{ MeV}$  και  $C_5 = 34 \text{ MeV}$

[6 μονάδες]

(γ) Σχεδιάστε ποιοτικά το **διάγραμμα της ενέργειας σύνδεσης ανά νουκλεόνιο** συναρτήσεως του μαζικού αριθμού και αποδώστε την θέση του  $^{56}\text{Fe}$  σε αυτό.

[4 μονάδες]

δ) Ποσότητα τρίτιου ( $^3\text{H}$ ) ( $T_{1/2} = 12.32 \text{ y}$ ) περιέχεται σε φιάλη ερμητικά κλειστή. Την χρονική στιγμή όπου σφραγίστηκε η φιάλη δεν περιείχε κανένα άλλο συστατικό ή ισότοπο. Μετά από τέσσερα έτη (4 y), **ποια ισότοπα και σε ποια αναλογία** περιέχονται στην σφραγισμένη φιάλη.

Τρόπος αποδιέγερσης τρίτιου:  $^3\text{H} \rightarrow ^3\text{He} + \beta^- + \bar{\nu}_e$

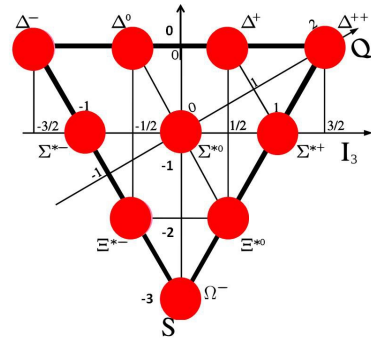
[7 μονάδες]

**Θέμα 4ο:**

(α) Πρωτόνιο δέσμιο σε πυρήνα μεταπίπτει σε ένα νετρόνιο, ένα ποζιτρόνιο και ένα νεutrίνο σύμφωνα με την αντίδραση  $p \rightarrow n e^+ \nu$

1. Μέσω ποιάς αλληλεπίδρασης λαμβάνει χώρα η αντίδραση; [2 μονάδες]
2. Ποιος μεταδότης/φορέας είναι υπεύθυνος για την αλληλεπίδραση; [2 μονάδες]
3. Από ποια κουάρκ αποτελείται το πρωτόνιο και το νετρόνιο; [2 μονάδες]
4. Ποιο είναι το είδος του νεutrίνου; (αιτιολογήστε) [2 μονάδες]
5. Γράψτε το διάγραμμα Feynman για την αντίδραση στο οποίο να φαίνονται όλα τα αρχικά και τα τελικά σωματίδια (κουάρκ και λεπτόνια) καθώς και ο μεταδότης/φορέας. [2 μονάδες]

(β) Σύμφωνα με το μοντέλο των κουάρκ (quark) τα βαρυόνια με σπιν 3/2 ακολουθούν τη συμμετρία του διπλανού διαγράμματος. Ο άξονας- $y$  είναι βαθμονομημένος σε μονάδες παραδοξότητας και ο άξονας- $x$  σε μονάδες ισospίν. Τα φορτία των βαρυονίων (-1, 0, +1, +2) φαίνονται στον άξονα  $Q$ . Κάθε σημείο του διπλανού διαγράμματος αναπαριστά ένα βαρυόνιο. Ποίος συνδυασμός από κουάρκ αντιστοιχεί σε κάθε σημείο; Οι κβαντικοί αριθμοί των κουάρκ δίνονται στον πίνακα:



	u	d	c	s	t	b
Q	+2/3	-1/3	+2/3	-1/3	+2/3	-1/3
S	0	0	0	-1	0	0
I <sub>3</sub>	+1/2	-1/2	0	0	0	0

[10 μονάδες]

(γ) Ένας από τους τρόπους ανακάλυψης του σωματιδίου Higgs ήταν μέσω της παρατήρησης μεταπτώσεων του Higgs σε δύο φωτόνια.

1. Γράψτε δύο διαγράμματα Feynman τα οποία περιγράφουν μεταπτώσεις του Higgs σε δύο φωτόνια. [4 μονάδες]
2. Τι συμπέρασμα βγάζετε για το σπιν του Higgs από το γεγονός ότι μεταπίπτει σε δύο φωτόνια; [1 μονάδα]

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ !**