

## ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

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

### “ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ”

12 – 02 – 2014

#### Θέμα 1<sup>ο</sup>:

Α) Άτομο Η βρίσκεται στην κατάσταση 6f. i) Ποια η ενέργεια του ατόμου; ii) Ποιο το μέτρο της τροχιακής στροφορμής; και iii) ποια η μικρότερη γωνία του διανύσματος της τροχιακής στροφορμής με τον άξονα z;

(10 μονάδες)

Β) Γράψτε την ηλεκτρονιακή διάταξη και το φασματικό συμβολισμό για τις θεμελιώδεις καταστάσεις των ατόμων του Li (Z=3), του Ne (Z=10) και του K (Z=19).

(10 μονάδες)

Γ) Πόσα ίχνη θα διακρίνουμε στο πέτασμα μιας διάταξης Stern-Gerlach όταν πραγματοποιήσουμε το πείραμα (ξεχωριστά κάθε φορά) με δέσμες των ανωτέρω ατόμων; Εξηγήστε.

(5 μονάδες)

#### Θέμα 2<sup>ο</sup>:

Α) Παρατηρούμε την αποδιέγερση μεταξύ των ατομικών καταστάσεων  ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}$ . Πόσες φασματικές κορυφές αναμένεται να παρατηρήσουμε παρουσία ασθενούς εξωτερικού μαγνητικού πεδίου; Εξηγήστε πλήρως.

(10 μονάδες)

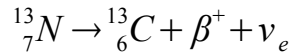
Β) Η περιστροφική σταθερά του  $H_2$  είναι  $B=1,8225 \times 10^{12}$  Hz. Υπολογίστε το μήκος του μοριακού δεσμού στην θέση ισορροπίας. Εάν το μόριο είναι διεγερμένο στην περιστροφική κατάσταση με  $\ell=5$  υπολογίστε την γωνιακή συχνότητα περιστροφής του μορίου (θεωρείστε ότι πρόκειται για στερεό περιστροφή).

(15 μονάδες)

Δίδονται:  $E_n = -13.6(Z^2/n^2)$  eV,  $h = 6,626 \times 10^{-34}$  J·sec,  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19}$  J,  $eV = 1239,72 / \lambda(\text{nm})$ ,  $E_{\text{περ}} = hB\ell(\ell+1)$ ,  $B = h/8\pi^2 I$ ,  $I = \mu R^2$ ,  $E_{\text{περ}} = I\omega^2/2$ ,  $m_H = 1.66 \times 10^{-27}$  Kg,  $\Delta l = \pm 1$ ,  $\Delta m_j = 0, \pm 1$ .

**Θέμα 3ο:**

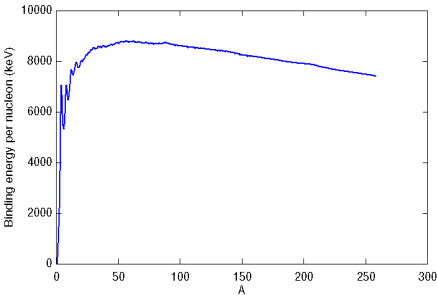
α) Το  $^{13}\text{N}$  είναι ένας ασταθής πυρήνας ο οποίος διασπάται μέσω αποδιέγερσης  $\beta^+$  ως εξής:



Με δεδομένες τις **ατομικές μάζες** του πατρικού ( $^{13}\text{N}$ ) και του θυγατρικού πυρήνα ( $^{13}\text{C}$ ) να υπολογίσετε την ενέργεια που εκλύεται από την αποδιέγερση αυτή. Στον υπολογισμό αυτό **θα πρέπει να λάβετε υπόψη τις μάζες των ηλεκτρονίων**. Δίνονται: οι ατομικές μάζες:  $M(^{13}\text{N})=13.00574u$ ,  $M(^{13}\text{C})=13.003354u$  η μονάδα ατομικής μάζας:  $u = 931.5 \text{ MeV}/c^2$ , και η μάζα του ηλεκτρονίου  $m_e: 0.511 \text{ MeV}/c^2$

[7 μονάδες]

β) Στο πιο κάτω σχήμα δίνεται η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο ως συνάρτηση του μαζικού αριθμού. Αντιγράψετε το διάγραμμα αυτό και σημειώστε:



i) το σταθερότερο ισότοπο

ii) την περιοχή μαζών όπου αντιδράσεις σύντηξης μπορούν να αποδώσουν ενέργεια ( $Q>0$ ). Προς ποια κατεύθυνση σχηματίζονται οι παραγόμενοι πυρήνες από τις αντιδράσεις σύντηξης;

iii) την περιοχή μαζών όπου αντιδράσεις σχάσης μπορούν να αποδώσουν ενέργεια ( $Q>0$ ). Προς ποια κατεύθυνση σχηματίζονται οι παραγόμενοι πυρήνες από τις αντιδράσεις σχάσης;

[6 μονάδες]

γ) Από την αντίδραση σχάσης ενός πυρήνα  $^{235}\text{U}$  η οποία προκαλείται από θερμικό νετρόνιο προκύπτουν οι πυρήνες:  $^{143}\text{Ba}$  ( $Z=56$ ) και  $^{90}\text{Kr}$  ( $Z=36$ ). Υπολογίστε την δυναμική ενέργεια λόγω της άπωσης Coulomb αμέσως μετά τον σχηματισμό των πυρήνων.

Συγκρίνεται το αποτέλεσμα σας με την μέση ενέργεια που απελευθερώνεται μετά από κάθε γεγονός πυρηνικής σχάσης ( $\sim 200 \text{ MeV}$ ). θεωρήστε ότι οι πυρήνες εφάπτονται και είναι σφαιρικοί.

Δίνονται:

$$\text{Σταθερά Λεπτής Υφής: } \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} = \frac{1}{137}, \quad \hbar \cdot c = 197.3 \text{ MeV fm} \quad R = r_0 A^{1/3}, \quad r_0 = 1.2 \text{ fm}$$

[12 μονάδες]

**Θέμα 4ο:**

Δίνεται η αντίδραση  $e^+ e^- \rightarrow \gamma\gamma$

(α) Ποια αλληλεπίδραση είναι υπεύθυνη για την αντίδραση αυτή;

[4 μονάδες]

(β) Σχεδιάστε το διάγραμμα Feynman το οποίο περιγράφει την αντίδραση.

[4 μονάδες]

(γ) Αν υποθέσουμε ότι η αντίδραση λαμβάνει χώρα όταν τα αρχικά σωματία βρίσκονται σε ηρεμία, υπολογίστε την ενέργεια των τελικών φωτονίων. Η μάζα του ηλεκτρονίου δίνεται από  $m_e c^2 = 0.511 \text{ MeV}$ .

[3 μονάδες]

(δ) Είναι δυνατόν να λάβει χώρα σε απόλυτο κενό η αντίδραση  $e^+ e^- \rightarrow \gamma$ . Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

[2 μονάδες]

Δίνεται η αντίδραση  $\mu^+ e^- \rightarrow 2\nu$

(ε) Ποια αλληλεπίδραση είναι υπεύθυνη για την αντίδραση αυτή;

[4 μονάδες]

(ζ) Καθορίσατε τον τύπο των δύο νετρίνων στο τελικό στάδιο της αντίδρασης και αιτιολογήστε την απάντησή σας.

[4 μονάδες]

(η) Σχεδιάστε το διάγραμμα Feynman το οποίο περιγράφει την αντίδραση.

[4 μονάδες]

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ !**