

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΡΟΤΥΠΟ ΦΛΟΙΩΝ – ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΡΟΠΗ

(*Για την επίλυση των ασκήσεων χρειάζονται οι τύποι του ΚΕΦ. 5 του βιβλίου σας, καθώς και ο πίνακας 5.1 που βρίσκεται στη σελίδα 83)

1. Στο πρότυπο της εκτίμησης των ενεργειών των νουκλεονίων, να δείξετε ότι όταν $N=Z=A/2$, θα ισχύει: $E_n^F = E_p^F - \bar{U} \sim 38 \text{ MeV}$
2. Α) Προτείνετε τιμές του σπιν (J), της ομοτιμίας και της μαγνητικής διπολικής ροπής της θεμελιώδους κατάστασης των παρακάτω πυρήνων στα πλαίσια του προτύπου των φλοιών: ${}^6_6\text{C}_7$, ${}^{13}_7\text{N}_6$, ${}^{17}_8\text{O}_9$. Οι υπολογισμοί να γίνουν αναλυτικά και να δικαιολογήσετε με σαφήνεια τα αποτελέσματά σας.
Β) Να εξηγήσετε τι είδους αποδιεγέρσεις μπορούν να συμβούν μεταξύ των ισοβαρών πυρήνων ${}^{13}\text{C}$ και ${}^{13}\text{N}$, να γράψετε τις αντίστοιχες αντιδράσεις και να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια που παράγεται.
[Δίδονται οι ατομικές μάζες: $M({}^{13}\text{C})=13,003355\text{u}$, $M({}^{13}\text{N})=13,005739\text{u}$, όπου $1\text{u}=931,49 \text{ MeV}/c^2$ και $m_e=511 \text{ keV}/c^2$]
3. Α) Προτείνετε τιμές του σπιν (J), της ομοτιμίας και της μαγνητικής διπολικής ροπής της θεμελιώδους κατάστασης των παρακάτω πυρήνων στα πλαίσια του προτύπου των φλοιών: ${}^7_3\text{Li}_4$, ${}^{19}_9\text{F}_8$. Οι υπολογισμοί να γίνουν αναλυτικά και να δικαιολογήσετε με σαφήνεια τα αποτελέσματά σας.
Β) Στο πρότυπο των φλοιών η πρώτη διεγερμένη κατάσταση μπορεί να δημιουργηθεί είτε με διέγερση του ασύζευκτου νουκλεονίου στην αμέσως επόμενη ενεργειακή κατάσταση, είτε με διέγερση ενός νουκλεονίου από την αμέσως χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση και τη δημιουργία ενός ζεύγους νουκλεονίων με το αρχικά ασύζευκτο νουκλεόνιο. Υπολογίστε το σπιν και την ομοτιμία της πρώτης διεγερμένης κατάστασης των πιο πάνω πυρήνων για τις δύο δυνατές μορφές διέγερσης. Τα αποτελέσματα να παρουσιασθούν μέσω απλών ενεργειακών διαγραμμάτων.
4. Α) Να δείξετε ότι η θεμελιώδης κατάσταση του πυρήνα ${}^{19}_9\text{F}_{10}$ αναμένεται στα πλαίσια του προτύπου των φλοιών να έχει στροφορμή και ομοτιμία $J^\pi=5/2^+$. Η πειραματική όμως τιμή διαφέρει από τη θεωρητική πρόβλεψη. Να εκτιμήσετε λοιπόν την πραγματική τιμή J^π της θεμελιώδους κατάστασης του συγκεκριμένου ισοτόπου του φθορίου, γνωρίζοντας ότι η πειραματική τιμή της μαγνητικής ροπής του είναι $\mu=2,63\mu_N$.
[Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροπή θεωρώντας ότι η στροφορμή του πυρήνα καθορίζεται από το ασύζευκτο πρωτόνιο που μπορεί να καταλάβει τις αμέσως ανώτερες στάθμες.]
5. Οι ενέργειες (σε MeV), τα σπιν (J) και οι ομοτιμίες της θεμελιώδους και των τριών πρώτων διεγερμένων καταστάσεων του πυρήνα ${}^{207}_{82}\text{Pb}_{125}$ είναι αντίστοιχα: $0.0 \ 1/2^-$, $0.57 \ 5/2^-$, $0.90 \ 3/2^-$ και $1.63 \ 13/2^+$. Μπορούν οι τιμές αυτές να δικαιολογηθούν στα πλαίσια του προτύπου των φλοιών, με όμοιο τρόπο όπως στην άσκηση 3B; Οι απαντήσεις θα πρέπει να έχουν σαφήνεια και να δίνονται οι καταστάσεις των 'τελευταίων' νουκλεονίων μέσω απλών ενεργειακών διαγραμμάτων.