

## ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΛΟΙΩΝ

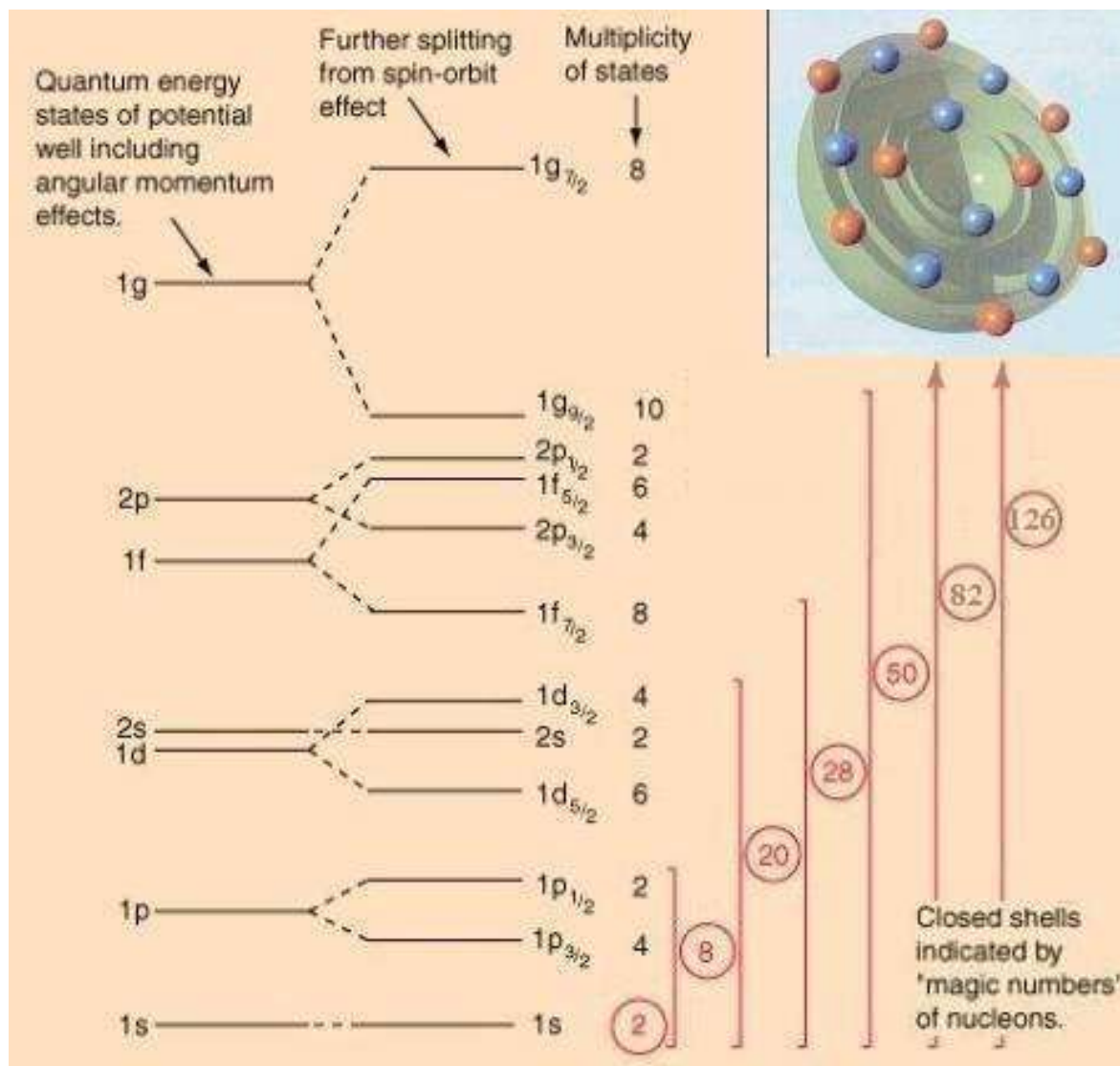
Το πυρηνικό πρότυπο των φλοιών προτάθηκε το 1950 από την Maria Mayer, το οποίο θεωρεί ότι τα νουκλεόνια συμπεριφέρονται παρόμοια με τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου, δηλαδή έχουν καθορισμένες ενεργειακές καταστάσεις και τροχίες και δεν συγκρούονται.

Επίσης το πρότυπο αυτό ερμήνευσε γιατί ορισμένοι αριθμοί νουκλεονίων σε έναν πυρήνα αντιστοιχούν σε ιδιαίτερα σταθερούς πυρήνες. Οι αριθμοί αυτοί είναι οι 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 και λέγονται **μαγικοί αριθμοί**, καθώς πυρήνες με αυτό τον αριθμό πρωτονίων ή νετρονίων παρουσιάζουν ασυνήθιστα υψηλή ενέργεια σύνδεσης, άρα και σταθερότητα και ονομάζονται **μαγικοί πυρήνες**. Πυρήνες με Z και N μαγικούς αριθμούς λέγονται **διπλά μαγικοί πυρήνες**.

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό κάθε νουκλεόνιο κινείται σε μια σαφώς καθορισμένη τροχιά μέσα στον πυρήνα, δηλαδή μέσα στο δυναμικό που δημιουργείται απ' τα άλλα νουκλεόνια και περιγράφεται από ένα σύνολο κβαντικών αριθμών (μεταξύ αυτών έχουν κβαντισμένη ενέργεια, spin 1/2 και ικανοποιούν την αρχή του Pauli). Το δυναμικό αυτό είναι ακτινικό και η επίλυση της εξίσωσης Schrödinger δεν ερμήνευσε τα πειραματικά αποτελέσματα.

Για το λόγο αυτό η Mayer στην προσέγγιση του κεντρικού πεδίου των πυρηνικών δυνάμεων καθιέρωσε την ισχυρή σύζευξη μεταξύ spin και τροχιακής στροφορμής κάθε νουκλεονίου, η οποία μεταβάλλει τη μορφή του δυναμικού και επομένως έχει ως συνέπεια τη μεταβολή της ενέργειας των πυρηνικών ενεργειακών σταθμών και το διαχωρισμό τους, όπως φαίνονται στο ακόλουθο πυρηνικό διάγραμμα φλοιών.





Οι καταστάσεις  $l = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$  καλούνται  $s, p, d, f, g, \dots$  όπως και στην ατομική φασματοσκοπία.

Για την ανάπτυξη του προτύπου των φλοιών των πυρήνων η M. Mayer έλαβε το 1963 το βραβείο Nobel Φυσικής και είναι η δεύτερη μέχρι σήμερα γυναίκα κάτοχος βραβείου Nobel Φυσικής στην ιστορία, μετά τη Marie Curie.

Η μεγάλη επιτυχία του προτύπου των φλοιών είναι η πρόβλεψη του ολικού spin  $J$  και της parity (ομοτιμίας)  $\pi = (-1)^l$  (όπου  $l$  η τροχιακή στροφορμή του νουκλεονίου της θεμελιώδους κατάστασης ενός πυρηνικού συστήματος). Οι τιμές αυτές ακολουθούν τους εξής απλούς κανόνες:

**α) Στους άρτιους - άρτιους πυρήνες (Z,N: άρτια)** έχουμε μηδενικό πυρηνικό spin ( $J = 0$ ) και θετική parity ( $\pi = +1$ ). Δηλαδή πάντα είναι:  $J^\pi = 0^+$  και έχουμε συμπληρωμένους φλοιούς.

Για παράδειγμα ο πυρήνας  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$  έχει  $Z = 82$  και  $N = A - Z = 208 - 82 = 126$  δηλαδή είναι διπλά μαγικός πυρήνας κι επομένως σταθερός αφού έχει συμπληρωμένους φλοιούς και έχει  $J^\pi = 0^+$ .

**β) Στους άρτιους - περιττούς πυρήνες και περιττούς - άρτιους πυρήνες** το πυρηνικό spin και η parity καθορίζονται αποκλειστικά από το τελευταίο ασύζευκτο νουκλεόνιο στον ασυμπλήρωτο φλοιό.

Για παράδειγμα ο πυρήνας  ${}_{22}^{47}\text{Ti}$  είναι άρτιος - περιττός με 22 πρωτόνια και 25 νετρόνια. Επειδή ο αριθμός των πρωτονίων είναι άρτιος δεν επηρεάζουν το spin του πυρήνα. 20 από τα νετρόνια συμπληρώνουν τους φλοιούς μέχρι το μαγικό αριθμό 20 ( $1d_{3/2}$ ), ενώ τα υπόλοιπα 5 βρίσκονται στο φλοιό  $1f_{7/2}$  ( $l = 3$  και  $j = 7/2$ ). Τα τέσσερα από αυτά σχηματίζουν ζεύγη και απομένει ένα ασύζευκτο νετρόνιο στην  $1f_{7/2}$  οπότε:  $J = \frac{7}{2}$  και  $\pi = (-1)^3 = -1$ . Δηλαδή:  $J^\pi = \frac{7}{2}^-$ .

**γ) Στους περιττούς - περιττούς πυρήνες** δεν μπορούμε να προβλέψουμε το spin τους, καθώς το περιττό πρωτόνιο με το περιττό νετρόνιο δε συνδυάζουν τη στροφορμή τους.

Για παράδειγμα ο πυρήνας  ${}_{3}^6\text{Li}$  έχει 3 πρωτόνια και 3 νετρόνια. Οπότε τα πρώτα 2 πρωτόνια και 2 νετρόνια συμπληρώνουν το φλοιό  $1s_{1/2}$  και το τρίτο πρωτόνιο και τρίτο νετρόνιο βρίσκονται ασύζευκτα στο φλοιό  $1p_{3/2}$ . Δηλαδή στο  $p \rightarrow l = 1$  και η parity είναι  $(-1)^l \cdot (-1)^l = (-1)^1 \cdot (-1)^1 = +1$  δηλαδή  $\pi = +1$ , αλλά το πυρηνικό spin μπορεί να είναι οπουδήποτε μεταξύ 0 και 3.

**Συγγραφή – Επιμέλεια: Παναγιώτης Φ. Μοίρας**

