

Στοιχεία Πυρηνικής Φυσικής και Στοιχειωδών Σωματιδίων (5ου εξαμήνου, χειμερινό)

Τμήμα Τ2: Κ. Κορδάς & Δ. Σαμψωνίδης

Ασκήσεις #3

Κώστας Κορδάς

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Άσκησης 3.1-3.4 : Βάθος πυρηνικού πηγαδιού δυναμικού και πρότυπο φλοιών

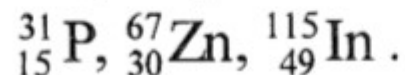
→ **Άσκηση 3.1** = **άσκηση 5.1**, βιβλίου Cottingham & Greenwood:

Στο πρότυπο όπου το πηγάδι δυναμικού του πυρήνα είναι απείρου ύψους, και μετράμε τις ενέργειες από τον πάτο του πηγαδιού, κάντε τις πράξεις και δείξτε ότι η ενέργεια Fermi (= η ενέργεια που βρίσκεται το υψηλότερα ενεργειακά νετρόνιο), για την περίπτωση που ο αριθμός πρωτονίων και νετρονίων είναι ίσος ($N=Z=A/2$), είναι:

$$E_n^F = E_p^F - \bar{U} \approx 38 \text{ MeV}$$

• **Άσκηση 3.2** = **άσκηση 5.5**, βιβλίου Cottingham & Greenwood:

Προτείνετε τιμές για τα σπιν και τις ομοτιμίες των παρακάτω πυρήνων στην θεμελιώδη τους κατάσταση:



• **Σημείωση για όλες αυτές τις ασκήσεις:** Χρησιμοποιείτε τις διαφάνειες μάθημα “μοντέλο των φλοιών”, μάθημα 13-14

Άσκησης 3.1-3.4 : Βάθος πυρηνικού πηγαδιού δυναμικού και πρότυπο φλοιών

→ **Άσκηση 3.3** = **άσκηση 5.6**, βιβλίου Cottingham & Greenwood:

Οι πειραματικές τιμές των σπιν, ομοτιμιών και μαγνητικών ροπών για μερικούς πυρήνες είναι:

$${}_{20}^{43}\text{Ca} \left[\frac{7}{2}^-, -1.32 \mu_N \right], \quad {}_{41}^{93}\text{Nb} \left[\frac{9}{2}^+, 6.17 \mu_N \right], \quad {}_{56}^{137}\text{Ba} \left[\frac{3}{2}^+, 0.931 \mu_N \right],$$
$${}_{79}^{197}\text{Au} \left[\frac{3}{2}^+, 0.145 \mu_N \right], \quad {}_{13}^{26}\text{Al} \left[5^+, \text{άγνωστη} \right].$$

Συγκρίνετε τις τιμές αυτές με τις προβλέψεις του προτύπου φλοιών.

→ **Άσκηση 3.4** = **άσκηση 5.7**, βιβλίου Cottingham & Greenwood:

Υπολογίστε τις συχνότητες του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού για (α) πρωτόνια, (β) ${}_{20}^{43}\text{Ca}$ (δες Πρόβλημα 5.6), σε ένα μαγνητικό πεδίο του 1 tesla ($=10^4$ gauss).

Σε τι ενέργεια αντιστοιχεί αυτή η συχνότητα; Νομίζεται ότι είναι επικίνδυνη στο να καταστρέψει μοριακούς δεσμούς (~ 1 eV) και να προκαλέσει ζημιά στα κύτταρα;

Άσκηση 3.5 - Εξηγείστε τα J^π του πίνακα 4.2, με τον πίνακα 5.1 του βιβλίου σας

Table 4.2. *Energies of some light nuclei*

Nucleus	Binding energy (MeV)	Binding energy of last nucleon (MeV)	Binding energy per nucleon (MeV)	Spin and parity
^2_1H	2.22	2.2	1.1	1^+
^3_2H	8.48	6.3	2.8	$\frac{1}{2}^+$
^4_2He	28.30	19.8	7.1	0^+
^5_2He	27.34	-1.0	5.5	$\frac{3}{2}^-$
^6_3Li	31.99	4.7	5.3	1^+
^7_3Li	39.25	7.3	5.6	$\frac{3}{2}^-$
^8_4Be	56.50	17.3	7.1	0^+
^9_4Be	58.16	1.7	6.5	$\frac{3}{2}^-$
$^{10}_5\text{B}$	64.75	6.6	6.5	3^+
$^{11}_5\text{B}$	76.21	11.5	6.9	$\frac{3}{2}^-$
$^{12}_6\text{C}$	92.16	16.0	7.7	0^+
$^{13}_6\text{C}$	97.11	5.0	7.5	$\frac{1}{2}^-$
$^{14}_7\text{N}$	104.66	7.6	7.5	1^+
$^{15}_7\text{N}$	115.49	10.8	7.7	$\frac{1}{2}^-$
$^{16}_8\text{O}$	127.62	12.1	8.0	0^+
$^{17}_8\text{O}$	131.76	4.1	7.8	$\frac{5}{2}^+$

Table 5.1

	x_n	Neutron		Proton	
1s	3.14	$1s_{\frac{1}{2}}$	2	2	$1s_{\frac{1}{2}}$
1p	4.49	$1p_{\frac{1}{2}}$	6	6	$1p_{\frac{1}{2}}$
		$1p_{\frac{3}{2}}$	8	8	$1p_{\frac{3}{2}}$
1d	5.76	$1d_{\frac{3}{2}}$	14	14	$1d_{\frac{3}{2}}$
		$2s_{\frac{1}{2}}$	16	16	$2s_{\frac{1}{2}}$
2s	6.28	$1d_{\frac{5}{2}}$	20	20	$1d_{\frac{5}{2}}$
1f	6.99	$1f_{\frac{7}{2}}$	28		
		$2p_{\frac{3}{2}}$	32	28	$1f_{\frac{5}{2}}$
2p	7.73	$1f_{\frac{5}{2}}$	38		
		$2p_{\frac{1}{2}}$	40	32	$2p_{\frac{3}{2}}$
1g	8.18	$1g_{\frac{7}{2}}$	50	38	$1f_{\frac{7}{2}}$
		$2d_{\frac{3}{2}}$	56	40	$2p_{\frac{1}{2}}$
2d	9.10	$1g_{\frac{9}{2}}$	64		
		$1h_{\frac{11}{2}}$	76	50	$1g_{\frac{7}{2}}$
1h	9.36	$3s_{\frac{1}{2}}$	78		
		$2d_{\frac{5}{2}}$	82	58	$1g_{\frac{9}{2}}$
3s	9.42	$2f_{\frac{7}{2}}$	90	64	$2d_{\frac{3}{2}}$
		$1h_{\frac{9}{2}}$	100		
2f	10.42	$3p_{\frac{3}{2}}$	104		
1i	10.51	$1i_{\frac{13}{2}}$	118	76	$1h_{\frac{13}{2}}$
		$2f_{\frac{5}{2}}$	124	80	$2d_{\frac{5}{2}}$
3p	10.90	$3p_{\frac{1}{2}}$	126	82	$3s_{\frac{1}{2}}$
		$2g_{\frac{7}{2}}$	136		
1j	11.66	$1i_{\frac{15}{2}}$	148	92	$1h_{\frac{15}{2}}$
		$2g_{\frac{9}{2}}$	156	100	$2f_{\frac{7}{2}}$
2g	11.70				