

**Στοιχεία Πυρηνικής Φυσικής και
Στοιχειωδών Σωματιδίων
(5ου εξαμήνου, χειμερινό 2013-14)**

Τμήμα Τ3: Κ. Κορδάς & Χ. Πετρίδου

Ασκήσεις #7

Κώστας Κορδάς

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Πυρηνική & Στοιχειώδη Ι, Αριστοτέλειο Παν. Θ/νίκης, 25 Νοεμβρίου 2013

Άσκησης 7.1-7.4 : Βάθος πυρηνικού πηγαδιού δυναμικού και πρότυπο φλοιών

→ **Άσκηση 7.1** = **άσκηση 5.1**, σελ. 93 του βιβλίου σας

Άσκηση 7.2 = **άσκηση 5.5**, σελ. 94 του βιβλίου σας

Άσκηση 7.3 = **άσκηση 5.6**, σελ. 94 του βιβλίου σας

Άσκηση 7.4 = **άσκηση 5.7**, σελ. 94 του βιβλίου σας

Σημείωση:

Χρησιμοποιείτε α) παράγραφο 5.2, σελ. 79-81, του βιβλίου σας β) τον πίνακα 5.1, σελ. 83 του βιβλίου σας για το πώς συμπληρώνονται οι φλοιοί, και γ) τις διαφάνειες μάθημα 7

Άσκηση 7.5 - 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	$1h_{\frac{11}{2}}$
		$2f_{\frac{5}{2}}$	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	$1h_{\frac{13}{2}}$
		$2g_{\frac{9}{2}}$	156	100	$2f_{\frac{7}{2}}$
2g	11.70				

Σχετικιστική κινηματική

Σχετικιστική κινηματική:

$E = mc^2$ = η ενέργεια που έχω επειδή απλά και μόνο έχω μάζα m
 c = ταχύτητα του φωτός

ενέργεια E
μάζα m

Η μάζα είναι μια μορφή ενέργειας



γενικά, με κινητική ενέργεια K , έχουμε: $E = K + mc^2$

$$E = m \gamma c^2, \text{ όπου } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}, \text{ και } \beta = v/c, \text{ με } v = \text{ταχύτητα σωματιδίου}$$

$$p = m \gamma v = m \gamma \beta c, \text{ όπου } p = \text{ορμή}$$

$$E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2 \quad \rightarrow \quad E [\text{MeV}], p [\text{MeV}/c], m [\text{MeV}/c^2]$$

Σημείωση: $\beta=1$, γράφουμε: $E^2 = p^2 + m^2$, κλπ

Μονάδες

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \equiv \text{μονάδα ταχύτητας} \equiv 1$$

$$\text{μονάδα ενέργειας} \equiv eV = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Cb} * V = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

Συνήθως χρησιμοποιούμε το MeV ($= 10^6 \text{ eV}$)

$$\text{Σταθερά του Plank} = \hbar = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\hbar c = 197 \text{ MeV fm} \quad \text{ή} \quad \hbar \frac{h}{2\pi} \equiv \text{μονάδα δράσης (ενέργειας} \times \text{χρόνου)} \equiv 1$$

$$\alpha = \frac{e^2}{4 \pi \epsilon_0 \hbar c} [mks] = \frac{e^2}{\hbar c} [cgs] = \frac{1}{137}$$

$$\alpha = \text{η σταθερά λεπής υφής} = 1/137$$

Θα χρησιμοποιούμε παντού:
eV για ενέργεια (ή MeV στην πυρηνική),
 $1/4\pi\epsilon_0 = 1$ σε όλους τους τύπους,
και θα βάζουμε

$$e^2 = \alpha \hbar c, \text{ όπου } \alpha = 1/137$$

$$\hbar c = 197 \text{ MeV fm}$$

Μετράμε:

Μάζα: MeV/c^2 (αφού $E = mc^2$)

Ορμή: MeV/c (αφού $p = m\gamma\beta c$)

Χρόνος σε: $1/\text{MeV}$ (αφού η μονάδα δράσης = Ενέργεια * Χρόνος = 1)

Μήκος σε: μονάδες χρόνου = $1/\text{MeV}$ (αφού η μονάδα ταχύτητας=1)

$$1 \text{ amu} = 1/12 \text{ μάζας ουδέτρου ατόμου } ^{12}\text{C} = 931.5 \text{ MeV}/c^2$$

$$\text{Μάζα ηλεκτρονίου} = 0.511 \text{ MeV}/c^2$$

$$\text{Μάζα πρωτονίου} = 938.3 \text{ MeV}/c^2, \text{ Μάζα νετρονίου} = 939.6 \text{ MeV}/c^2$$