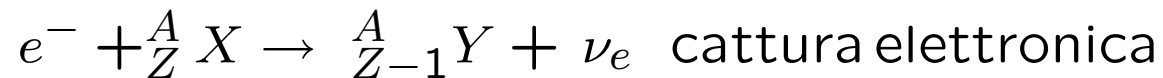
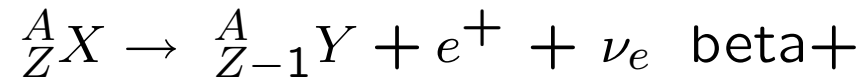
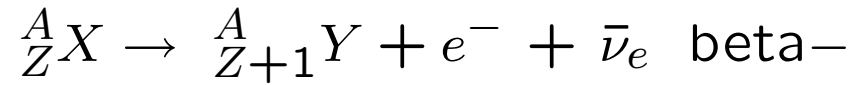


Lezione 7

Decadimento β

Tre reazioni nucleari



Q-valore per le prime due reazioni

$$Q^{\beta\mp} = M(A, Z) - M(A, Z \pm 1) - m_e$$

per la cattura elettronica

$$Q^{E.C.} = M(A, Z) + m_e - M(A, Z - 1)$$

Consideriamo nulla la massa del neutrino

Due esempi notevoli di queste due reazioni riguardano i nucleoni. Il neutrone libero è instabile per decadimento β^-

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e. \quad (1)$$

Il Q valore di questa reazione è di 0.782 MeV e viene distribuita come energia cinetica dei prodotti del decadimento.

La reazione

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e, \quad (2)$$

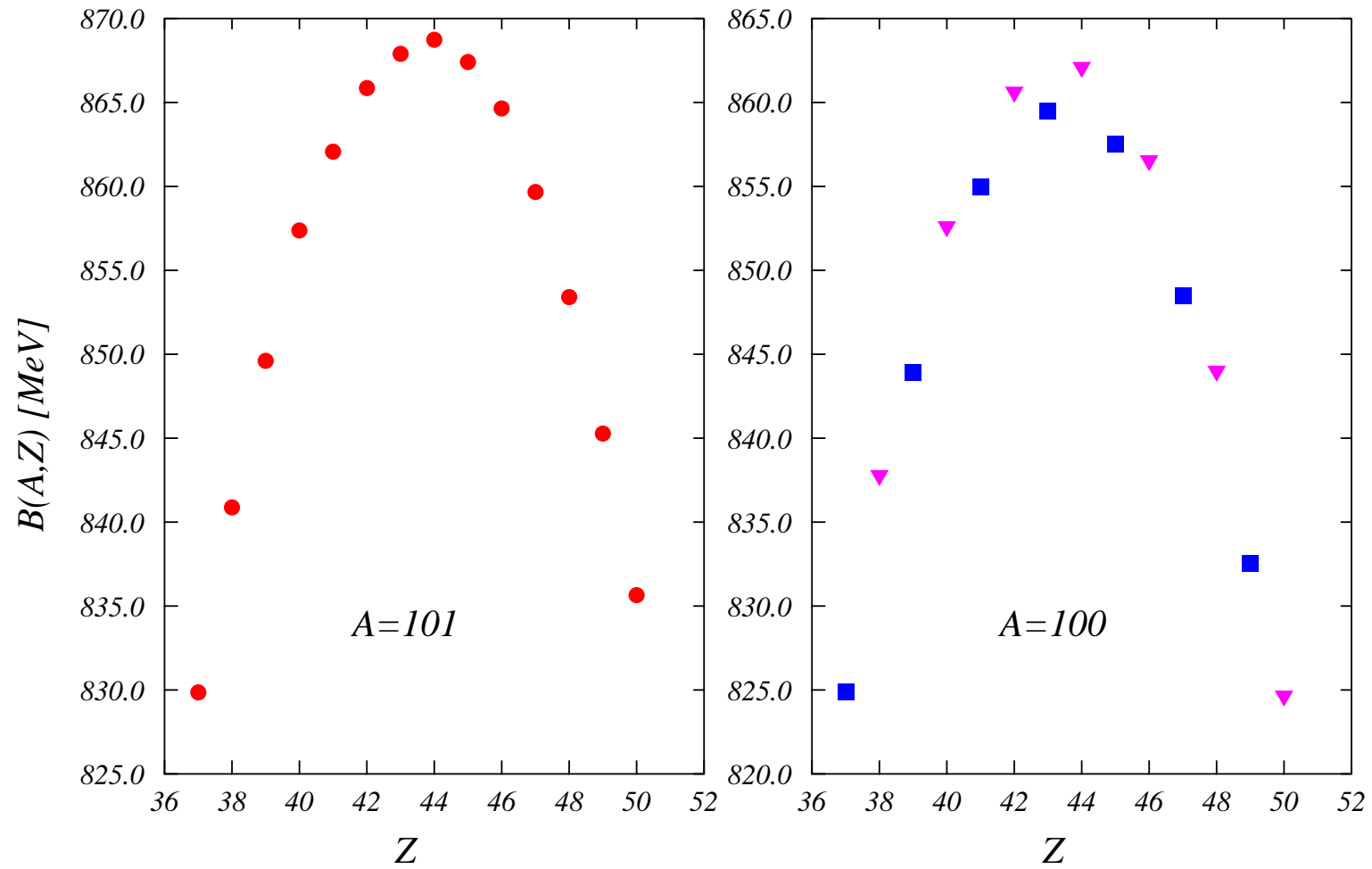
ha un Q valore negativo e quindi non avviene. Anche la reazione di cattura

$$e^- + p \rightarrow n + \nu_e \quad (3)$$

ha Q valore negativo e quindi non avviene (i prodotti di questa reazione sono più pesanti dell'atomo di idrogeno di 0.782 MeV).

Z	39	40	41	42	43	44	45
	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh
A=100	-843.92	-852.44	-855.00	-860.46	-859.51	-861.93	-857.51
A=101	-849.61	-857.37	-862.07	-865.86	-867.90	-868.73	-867.41

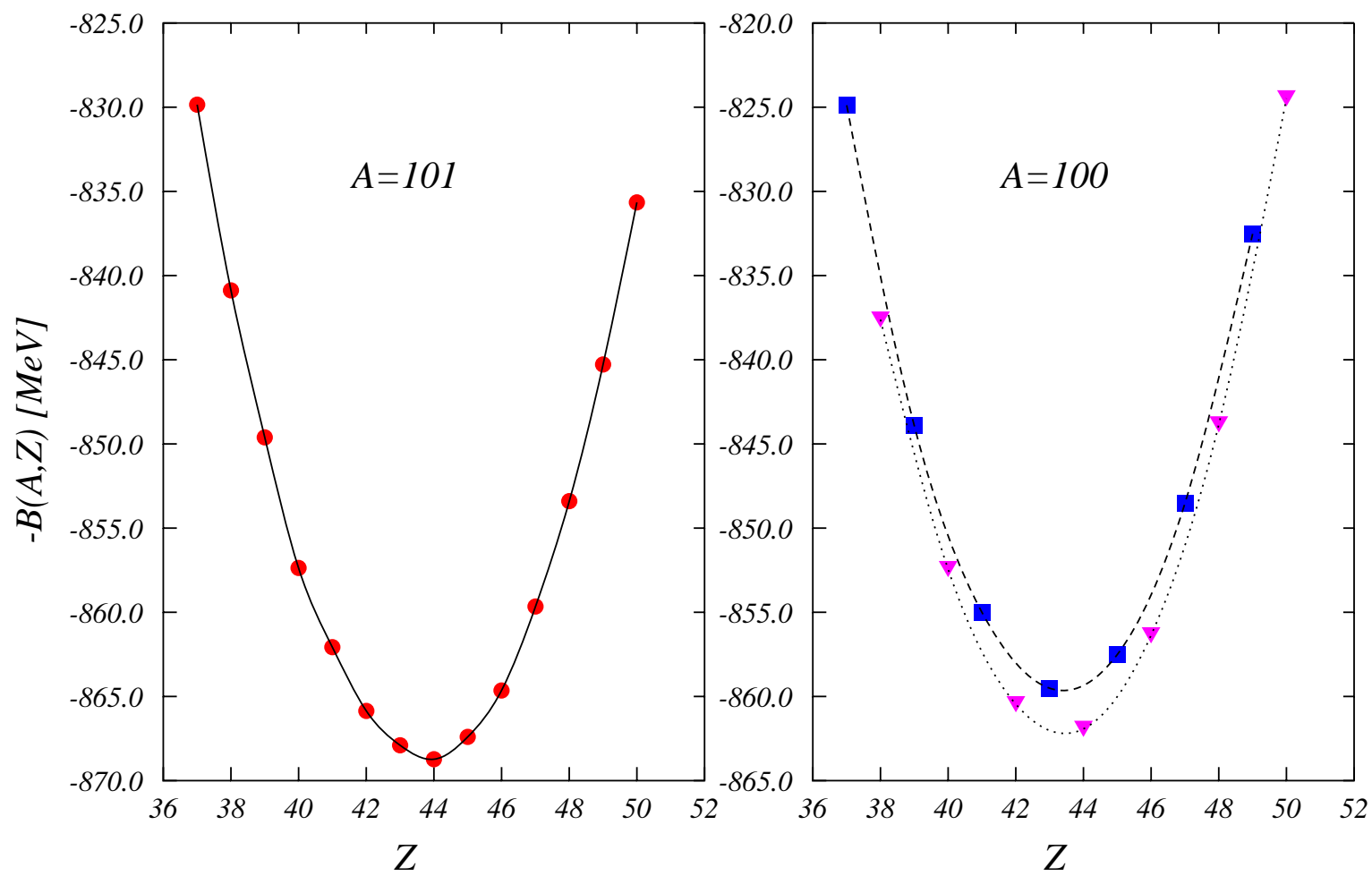
Energie di legame, in MeV, degli isotopi con numero di massa A=100 e A=101.



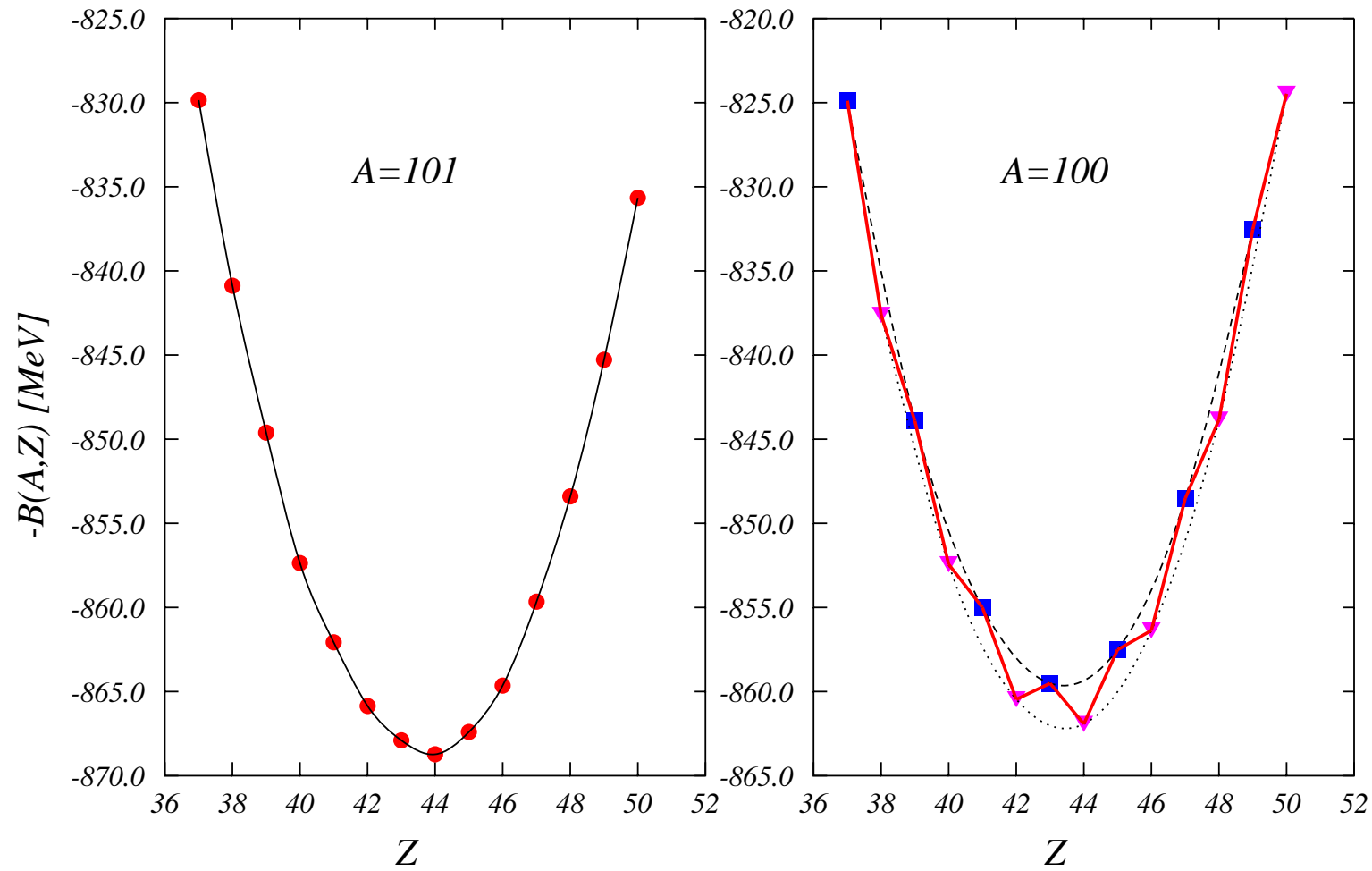
Energie di legame, in MeV, degli isotopi con numero di massa $A=100$ e $A=101$.

Dalla formula semi-empirica della massa

$$\begin{aligned} M(A, Z) &= Zm_p + (A - Z)m_n - a_v A - a_s A^{2/3} \\ &\quad - a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_i \frac{(A - 2Z)^2}{A} - \delta(A) \\ &= (m_n - a_v - a_s A^{-1/3} - a_i)A - \delta(A) \\ &\quad + (m_p - m_n + 4a_i)Z + (-4a_i A^{-1} - a_c A^{-1/3})Z^2 \\ &= K_1 A - \delta(A) + K_2 Z + K_3 Z^2 \end{aligned}$$



Energie di legame, in MeV, degli isotopi con numero di massa $A=100$ e $A=101$.



Energie di legame, in MeV, degli isotopi con numero di massa $A=100$ e $A=101$.

Domande

[N2-1] Schematizza in un disegno e descrivi lo spettro di emissione di elettroni da un decadimento β in funzione della loro energia.

[N2-6] Il decadimento

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$$

è energeticamente proibito. Com'è possibile che molti nuclei decadano β^+ ?

[N2-7] La cattura elettronica è un processo in competizione con il decadimento β^+ del nucleo. Calcola il Q -valore per entrambi i processi e identifica quello energeticamente più favorevole.

[N3-14] Utilizzando la formula semi-empirica della massa identificare il valore di Z del nucleo stabile per un insieme di isobari pari-dispari.