

## Scheda di auto-valutazione: fondamenti di fisica nucleare

### Argomenti da conoscere per sostenere con profitto l'esame

- Definizione di energie di legame, energia di legame in funzione di  $A$  e  $Z$ , raggi nucleari
- Valle di stabilità
- Formula di massa semi-empirica e sua giustificazione teorica, parabole di stabilità
- Modello a shell non interagente e sua giustificazione teorica, numeri magici ed evidenze sperimentali ad essi connesse
- Isospin, operatori di isospin, isospin totale per un nucleo, multipletti di isospin e loro proprietà
- Simmetria ed antisimmetria della funzione d'onda nucleare e conseguente parità
- Isomeri nucleari

### Esercizi

Lo studente che si appresta ad affrontare l'esame dovrebbe essere in grado di:

- determinare spin e parità dello stato fondamentale di un nucleo con  $A$  e  $Z$  dati
- interpretare (dove possibile) gli stati eccitati di un nucleo mediante il modello a shell
- Completare un multipletto nucleare

Di seguito alcuni calcoli che lo studente dovrebbe essere in grado di affrontare

1. Considerare i nuclei:  $^{17}\text{F}$ ,  $^{39}\text{K}$ ,  $^{41}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{171}\text{Yb}$ . Dare una predizione realistica in base al modello a shell.
2. Nuclei leggeri nel modello a shell. Descrivere gli stati fondamentali dei nuclei con  $A \leq 4$  specificando i numeri quantici  $L$ ,  $S$ ,  $J$  e  $T$  e parità
  - (a) Per il nucleo di  $^4\text{He}$  che stati eccitati ci si aspetta di trovare entro un quanto energetico di oscillazione?
  - (b) Che modi di decadimento sono possibili per questi nuclei?
  - (c) Quali degli stati precedenti sono possibili per  $^4\text{H}$ ? e quali per  $^4\text{Be}$ ?
3. Mostrare lo spettro energetico (con spin e parità) per i cinque livelli energetici più bassi del  $^{210}\text{Pb}$  e spiegarne il motivo.

4. Usando il modello a shell, fornire spin e parità dello stato fondamentale dei seguenti nuclei:  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^3\text{H}$ ,  ${}^{11}\text{B}$ ,  ${}^{10}\text{B}$ ,  ${}^{13}\text{C}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{141}\text{Pr}$ ,  ${}^4\text{He}$ ,  ${}^3\text{He}$ ,  ${}^{14}\text{N}$ ,  ${}^{31}\text{P}$ .
5. Spiegare mediante il modello a shell le seguenti evidenze empiriche:
  - (a) Lo zirconio (Zr) è un ottimo materiale per rivestire gli elementi di combustibile, in quanto capace di fermare i frammenti di fissione ma di essere trasparente al passaggio di neutroni.
  - (b) I nuclidi, in particolar modo quelli pesanti, tendono a decadere emettendo particelle  $\alpha$  piuttosto che altre combinazioni di neutroni e protoni.
  - (c) Il  ${}^6\text{Li}$  ha una sezione d'urto per assorbimento neutronico molto alta ad energie termiche mentre il  ${}^7\text{Li}$  no, infatti il  ${}^6\text{Li}$  viene usato per produrre trizio nei reattori a fusione DT tramite la reazione  ${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$ .
  - (d) Il  ${}^{10}\text{B}$  è un ottimo elemento per le barre di controllo, mentre il  ${}^{11}\text{B}$  invece no.
  - (e) Nei reattori a fissione caricati a  $\text{UO}_2$ , non ci si deve preoccupare per l'ossigeno nelle reazioni neutroniche.
  - (f) Pur avendo un rapporto  $Z/N$  anomalo, nel 1999 alcuni fisici sperimentali sono stati capaci di produrre nuclei di  ${}^{48}\text{Ni}$ .
  - (g) Il  ${}^9\text{Be}$  ha una sezione d'urto per reazioni  $(n,2n)$  con un'energia di soglia per l'emissione di neutroni inaspettatamente bassa. Infatti, il berillio è utilizzato come moltiplicatore di neutroni.
6. Identificare i livelli ad energia più bassa dei nuclei  ${}^{14}\text{C}$ ,  ${}^{14}\text{N}$  e  ${}^{14}\text{O}$  che corrispondono agli iso-multipletti  $I = 0$  e  $I = 1$  (vedi Fig.1).

Nota: Personalmente consiglio di risolvere gli esercizi formando piccoli gruppi lavoro

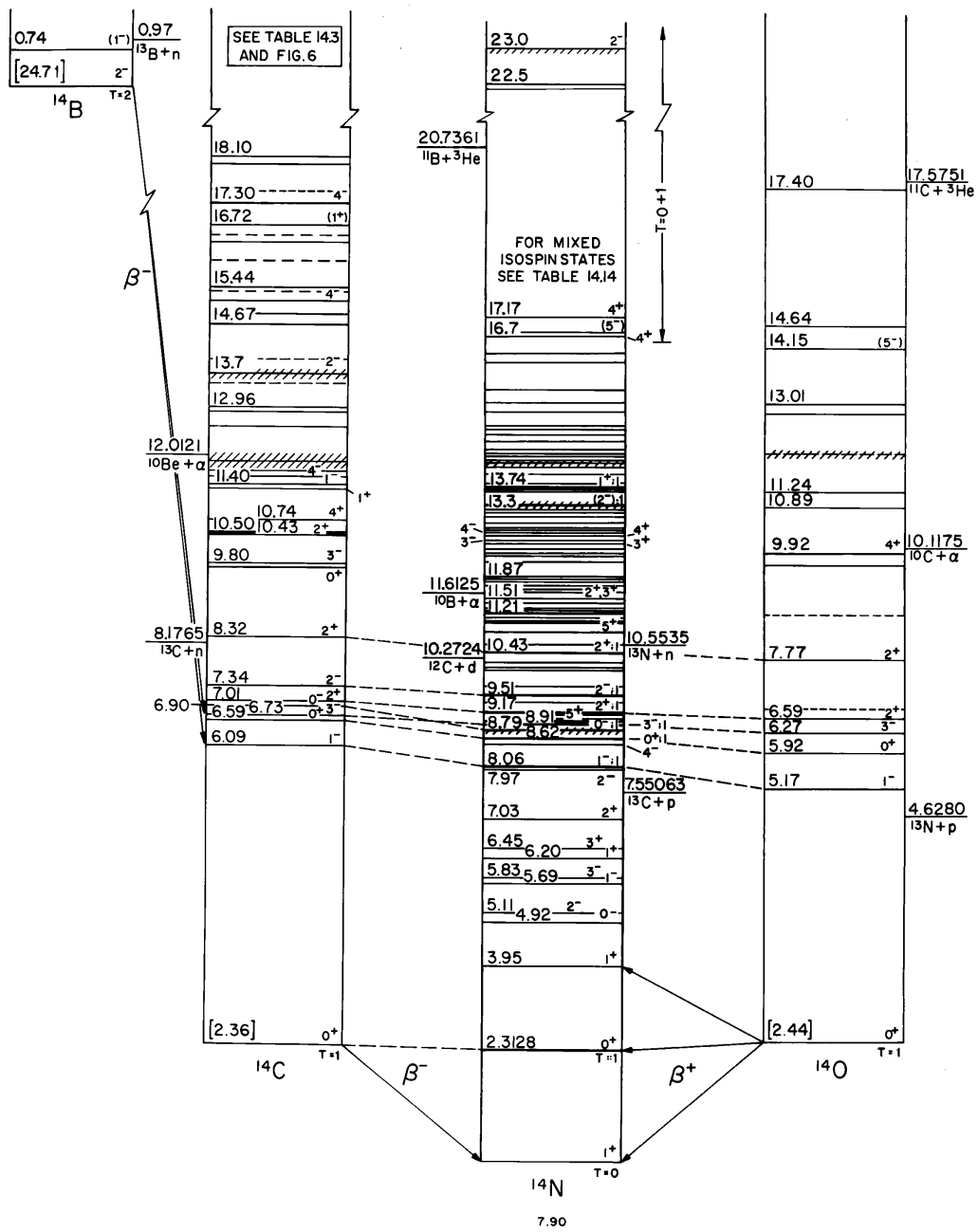


Figure 1: Livelli energetici dei nuclei isobari con  $A = 14$ .

