

## Introducción a Partículas y Física Nuclear

### Guía 04 - Modelo de Capas

#### 1er semestre 2016

1. Determine el espín y paridad que predice el modelo de capas para el estado fundamental de los siguientes núcleos:  $^{33}\text{S}$ ,  $^{41}\text{K}$ ,  $^{43}\text{Ca}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{81}\text{Br}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{86}\text{Kr}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ . Compare con los resultados experimentales.
2. Sobre la base del modelo de capas que incluye la interacción espín-órbita, determine cuál será la configuración de nucleones y los valores de  $J^\Pi$  en el estado base de los siguientes núcleos:  $^{11}\text{C}$ ,  $^{45}\text{Sc}$ ,  $^{61}\text{Ni}$ ,  $^{73}\text{Ge}$ . Compare con los valores experimentales de  $J^\Pi$  y si encuentra alguna discrepancia, intente dar alguna explicación.
3. En los núcleos impar-impar, las reglas de Nordheim determinan en ciertos casos el espín nuclear, dependiendo de cómo se acoplan el último neutrón impar y el último protón impar. Aplicándola, halle los espines y paridades de los estados base de los siguientes nucleidos:  $^{14}\text{N}$ ,  $^{38}\text{Cl}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{118}\text{Sb}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ .
4. Encuentre la configuración de neutrones y protones en capas incompletas y deduzca el espín y la paridad de los estados fundamentales de los siguientes núcleos:  $^7_3\text{Li}$ ,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{33}_{16}\text{S}$ ,  $^{41}_{21}\text{Sc}$ . Suponiendo que el primer estado excitado puede producirse por:
  - a) excitación del nucleón impar a la subcapa inmediata superior.
  - b) apareamiento de este nucleón con otro excitado de la subcapa inmediata inferior.determine el espín y la paridad para estos dos tipos de estados excitados en cada caso.
5. Los valores experimentales del espín y de la paridad correspondientes al primer nivel excitado para algunos de los núcleos del ejercicio 1 son:  $^{33}\text{S}$  ( $1/2^+$ );  $^{41}\text{K}$  ( $1/2^+$ );  $^{43}\text{Ca}$  ( $5/2^-$ );  $^{59}\text{Co}$  ( $3/2^-$ ),  $^{81}\text{Br}$  ( $5/2^-$ ),  $^{129}\text{I}$  ( $5/2^+$ ). ¿Cómo se ubican los protones y neutrones según el modelo de capas para dar estos valores?
6. (\*) Calcule el espín y la paridad,  $J^\Pi$ , del estado fundamental de los núcleos  $^{13}_5\text{B}$ ,  $^{13}_6\text{C}$ ,  $^{13}_7\text{N}$  de acuerdo al modelo de capas y, usando la NWC, ordenarlos de menor a mayor según sus masas. Discuta, usando argumentos de la FSM, por qué las masas se ordenan de esta manera.
7. Estime la separación de los niveles de energía  $1p_{1/2}$  y  $1d_{5/2}$  dada la siguiente información:
  - El orden de los primeros niveles nucleares es  $1s_{1/2}$ ,  $1p_{3/2}$ ,  $1p_{1/2}$ ,  $1d_{5/2}$ ,  $1d_{3/2}$
  - La energía total de ligadura de los isótopos del oxígeno es:  $^{15}\text{O}$ : 111.96 MeV;  $^{16}\text{O}$ : 127.62 MeV y  $^{17}\text{O}$ : 131.76 MeV.(Suponga que el potencial nuclear de estos isótopos es independiente de A.)
8. (\*) Obtenga los autoestados y niveles de energía de una partícula en un pozo de potencial tridimensional infinito. Luego, considere una perturbación de tipo espín-órbita  $V = -\frac{2\alpha}{\hbar} \mathbf{l} \cdot \mathbf{s}$ : obtenga las correcciones dominantes a los niveles de energía. Basándose en el problema anterior estime la intensidad de la separación causada por el espín-órbita entre los niveles  $1p_{3/2}$  y  $1p_{1/2}$ . Utilice como datos las masas de los isótopos del carbono  $^{11}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}$  y  $^{13}\text{C}$ .
9. El  $^{180}\text{Hf}$  tiene un estado fundamental  $0^+$  y niveles excitados cuyos  $J^\Pi$  y energías son: ( $2^+$ , 0.093 MeV), ( $4^+$ , 0.309 MeV), ( $6^+$ , 0.641 MeV) y ( $8^+$ , 1.084 MeV). (a) Interprete estos niveles como estados rotacionales colectivos observando cómo escalan las energías. (b) Estime el momento de inercia del núcleo y compárelo con el del núcleo esférico correspondiente a esa masa.

# Introducción a Partículas y Física Nuclear

## Modelo de capas

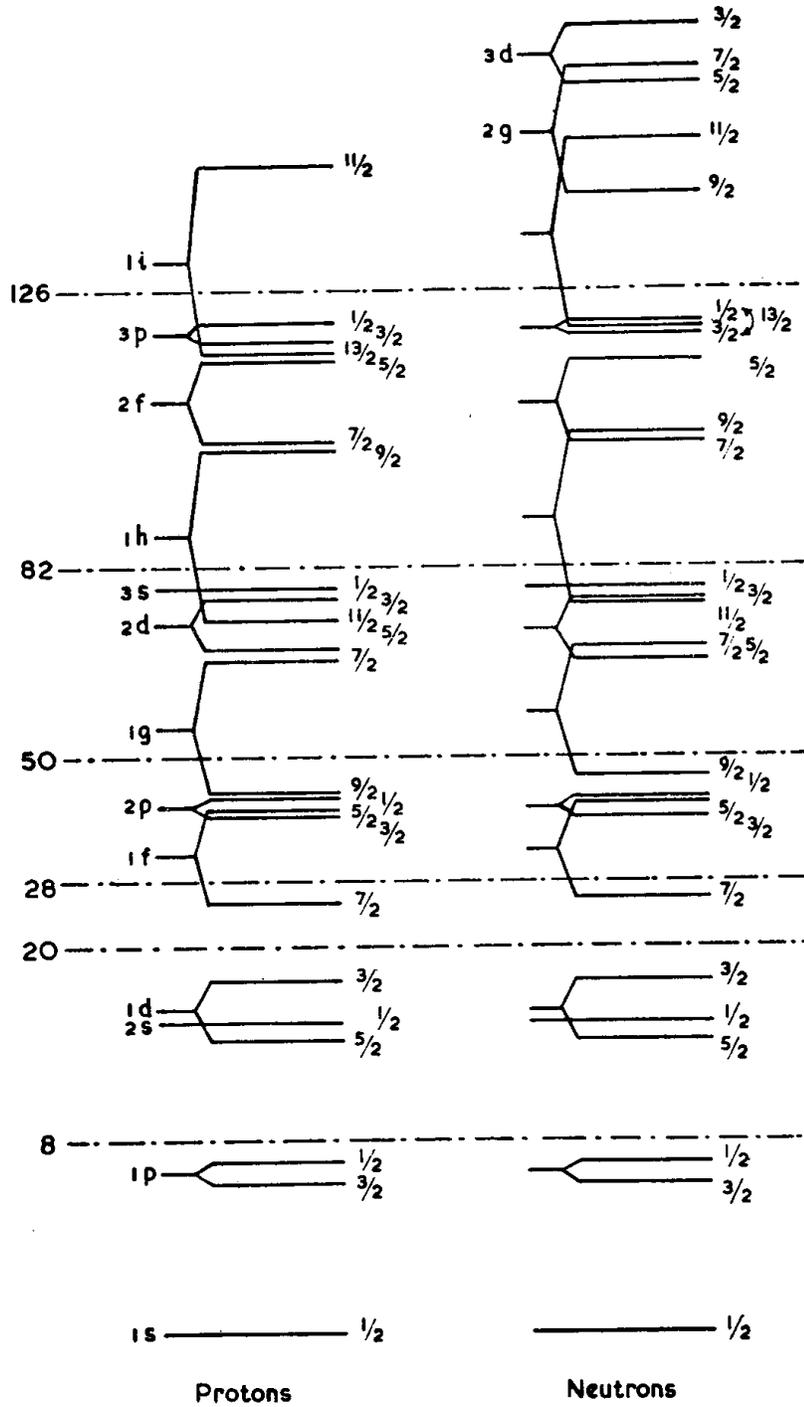


FIG. 5.6. PROTON AND NEUTRON LEVEL SCHEMES

[After Klinkenberg, P. F. A., *Revs. Mod. Phys.*, **24**, p. 63 (1952), Fig. 1.]