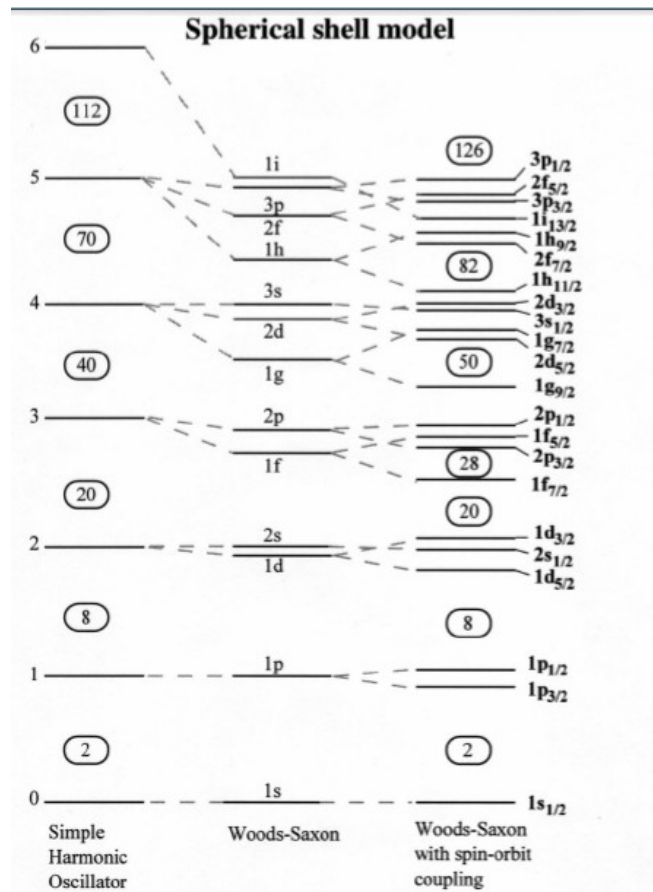


Cvičenie 4.



Príklad 4.1 Objasnenie shell modelu

- Ako by sme v princípe vypočítali energetické hladiny nakreslené na obrázku?
- Ako vyzerajú potenciály pre trojrozmerný harmonický oscilátor a Woods-Saxon potenciál? Čo bolo motiváciou zavedenia takýchto potenciálov.
- Energie pre harmonický oscilátor sú od seba vzdialené ekvidistantne. Čomu je rovná vzdialenosť medzi dvoma hladinami?
- Na základe obrázku zistíte, aká je degenerácia hladín pre jednoduchý harmonický oscilátor.
- V prvom stĺpci na obrázku je stav s číslom 3 rozštiepený v druhom stĺpci na stavy $2p$ a $1f$. Čo znamenajú tieto čísla v prvom a druhom stĺpci?
- Aké magické čísla predpovedá model s potenciálom harmonického oscilátora a model s Wood-Saxonovským potenciálom?
- Až vďaka pridaniu takzvanej spin-orbitalnej interakcie dostávame v spektre pozorovné magické čísla. Pri uvážení, že spin-orbitálna reakcia má tvar $V_{LS}(r) = -v(r)\hat{\mathbf{L}} \cdot \hat{\mathbf{S}}/\hbar^2$. Ukážte, že hladina s $p_{3/2}$ leží nižšie ako hladina s $p_{1/2}$ (Pre jednoduchosť uvažujeme potenciál nezávislý od r , teda $v(r) = v_0$)

Príklad 4.2 Pomocou shell modelu stanovte spin a paritu základného stavu nasledujúcich jadier. (Spin a paritu nepárno-párnych jadier určuje nespárovaný nukleón.) Porovnajete vaše predpovede s experimentálnymi hodnotami získanými napr. na stránke [http : //www.nndc.bnl.gov/chart/](http://www.nndc.bnl.gov/chart/)
 ${}^3_2\text{He}$, ${}^9_4\text{Be}$, ${}^{15}_7\text{N}$, ${}^{17}_9\text{F}$, ${}^{21}_{10}\text{Ne}$, ${}^{27}_{13}\text{Al}$, ${}^{33}_{16}\text{S}$, ${}^{12}_6\text{C}$

Príklad 4.3 Experimentálne hodnoty celkového momentu hybnosti daných nepárno-nepárnych jadier sú nasledovné: ${}^{16}_7\text{N} - 2^-$, ${}^{12}_5\text{B} - 1^+$, ${}^{34}_{15}\text{P} - 1^+$, ${}^{28}_{13}\text{Al} - 3^+$. Pre každé z jadier napíšte:

- Ako je orientovaný spin nespárovaného neutrónu voči jeho uhlovému momentu?
- Ako je orientovaný spin nespárovaného protónu voči jeho uhlovému momentu?
- Ako je orientovaný celkový moment hybnosti protónu voči celkovému momentu hybnosti neutrónu?

Na základe a), b),c) odpovedzte ako sú voči sebe orientované spiny neutrónu a protónu a z tohto poznatku odvoďte celkový moment hybnosti jadier ${}^{26}_{11}\text{Na}$ a ${}^{28}_{11}\text{Na}$.

Poučenie: spiny nespárovaných nukleónov sú orientované paralelne. Z tohto poznatku plynie pre spiny: ${}^{26}_{11}\text{Na}(3^+)$, ${}^{28}_{11}\text{Na}(1^+)$.

Príklad 4.4 V prípade nepárno-nepárnych jadier určujeme moment hybnosti pomocou tzv. Nordheimových pravidiel

a) Silné Nordheimove pravidlo

Ak má jeden z dvoch nespárovaných nukleónov l a s paralelné a druhý antiparalelné, t.j. $j_p = l_p + 1/2$, $j_n = l_n - 1/2$, má jadro celkový moment hybnosti $I = |j_p - j_n|$

b) Slabé Nordheimove pravidlo

Ak majú oba nespárované nukleóny l a s paralelné alebo oba antiparalelné, tak moment hybnosti jadra nadobúda jednu z možných hodnôt $I = j_p + j_n, j_p + j_n - 1, \dots |j_p - j_n|$. (Toto pravidlo sa vyskytuje v literatúre s mnohými obmenami.)

Vypočítajte spin a paritu nasledovných jadier a porovnajete hodnoty s experimentálnymi údajmi ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^{34}_{17}\text{Cl}$, ${}^{42}_{19}\text{K}$, ${}^{10}_5\text{B}$, ${}^{64}_{29}\text{Cu}$.