

1. KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE 2

18. 4. 2013

1. Ravnovesna razdalja v molekuli $NaCl$ je $r_0 = 0.236$ nm. Kakšno je razmerje zasedenosti vrtilnih stanj s kvantnim številom velikosti vrtilne količine $l = 1$ in $l = 0$ pri temperaturi $T_1 = 3$ K? Pri kolikšni temperaturi T_2 bi bila zasedenost stanj z $l = 2$ in $l = 3$ enaka? Molska masa Na je 23 g/mol, molska masa Cl pa 35 g/mol.
2. S semiempirično masno enačbo določi $Z(A)$ (najstabilnejšo število protonov Z v odvisnosti od vrstnega števila A) za stabilna sodo-liha jedra. Stabilna jedra imajo (v dobrem približku) tak Z , ki pri danem A vodi do največje absolutne vrednosti vezavne energije. Kolikšen je Z stabilnega jedra z $A = 51$?
3. a) Za izotop fosforja $^{31}_{15}P$ določi protonsko in nevtronsko konfiguracijo, vrtilno količino in parnost osnovnega stanja. Uporabi lupinski model s Saxon-Woodsovim potencialom in sklopitvijo spin-tir (vrstni red podlupin je $1s_{1/2}, 1p_{3/2}, 1p_{1/2}, 1d_{5/2}, 2s_{1/2}, 1d_{3/2}, \dots$).
 b) Mirujoče vzbujeno stanje helija $^4_2He_2^*$ razpada po $^4_2He_2^* \rightarrow ^4_2He_2 + \gamma$. Kolikšno kinetično energijo ima po razpadu osnovno stanje helija 4_2He_2 ? Obe helijski jedri obravnavaj v poenostavljenem lupinskem modelu, kjer nukleoni čutijo povprečni potencial $V(r) = V(0) + \frac{1}{2}m\omega r^2$ z $\hbar\omega = 2$ MeV. Vzbujeno jedro $^4_2He_2^*$ ima glede na osnovno stanje 4_2He_2 vzbujen en proton, ki je pri $^4_2He_2^*$ v stanju $1p$.
4. Obravnavajmo α razpad $^{229}_{90}Th \rightarrow ^{225}_{88}Ra + \alpha$ v izmišljenem primeru, ko bi bila odvisnost "Coulombskega" potenciala od razdalje $V_C(r) = A e_1 e_2 / r^2$, kjer je konstanta $A = 10^{-4} \text{ Jm}^2 / (\text{As})^2$. Privzami, da močna sila med α in Ra deluje le, če sta središči jeder na razdalji $r < R_1 = r_j[\text{Ra}] + r_j[\alpha]$, in da je tedaj skupna močna in električna potencialna energija med Ra in α enaka $V(r < R_1) = -V_0 = -20$ MeV. Pri $r > R_1$ deluje le električna sila.
 a) Kolikšno kinetično energijo (T_α) bo imel delec α po razpadu mirujočega Th?
 b) Pri katerem $r = R_2$ delec α zapusti potencialno bariero?
 c) Zapiši izraz za prepustnost (ki je enaka razmerju prepuščenega in vpadnega toka j_{pr}/j_{vp}) potencialne bariere. Integrala ni potrebno izvednotiti.
 d) Kolikšno kinetično energijo T_α^{not} ima delec α znotraj jedra Th ?
 Atomske mase so $M[^{229}\text{Th}] = 229.03175$ u, $M[^{225}\text{Ra}] = 225.02360$ u in $M[^4\text{He}] = 4.00260$ u. Polmer jeder je $r_j = 1.2 A^{1/3}$ fm.