

Segunda Lista de Exercícios de Física Moderna II

Introdução à estatística quântica

1. Deduza a distribuição de Bose a partir do fator de inibição esperado no caso de bósons comparado com partículas clássicas.
2. Discuta o papel da energia de Fermi na distribuição de Fermi.
3. Discuta o comportamento das distribuições de Bose e de Fermi para energias muito inferiores a kT e energias bem superiores. Como essas distribuições se comparam a distribuição clássica de Boltzmann em cada um desses regimes de energia?

Introdução ao Núcleo Atômico

4. Sabendo que a órbita de uma partícula-alfa sendo espalhada por um núcleo de carga Ze obedece um função hiperbólica, deduza a fórmula de Rutherford para o número de partículas espalhadas em função do ângulo de espalhamento.
5. Qual a definição de seção de choque? Em que unidade essa grandeza é expressa e como podemos interpretá-la?
6. Mostre que a hipótese da existência de elétrons no núcleo é incompatível com as observações experimentais (sugestão: use o princípio da incerteza).
7. Sabendo que o raio nuclear (R) é proporcional a $A^{1/3}$ e que a constante de proporcionalidade medida experimentalmente é $R_0=1.2$ fm ($R = R_0A^{1/3}$ - obtida a partir do ajuste dos dados em função de $A^{1/3}$), calcule o raio dos núcleos de ${}^7\text{Li}$ e ${}^{208}\text{Pb}$.
8. Usando a fórmula semi-empírica de massa, obtenha a expressão da massa nuclear (m) para núcleos com um valor fixo de massa atômica A em função do número atômico (Z). A partir dessa forma funcional de $m(Z)$ e lembrando que sistemas físicos tendem a assumir a configuração de menor energia, o que podemos concluir sobre a estabilidade dos núcleos?

Modelos Nucleares

9. Mostre como é possível calcular a energia de ligação de um núcleo a partir de seu excesso de massa.
10. Sabendo que o excesso de massa do próton é dado por 7.289 MeV/ c^2 e do nêutron é 8.071 MeV/ c^2 , calcule a energia de ligação do deuteron. Comparado com a energia de ligação de outros núcleos, você pode concluir que o deuteron é um núcleo pouco ou muito ligado?

11. Qual é a energia de Fermi para os núcleos de ${}^6\text{Li}$, ${}^{56}\text{Fe}$ e ${}^{197}\text{Au}$?

12. Calcule a expressão para a energia total de núcleo a partir do modelo de Fermi. Mostre qual é a configuração mais estável para um núcleo em termos de número de prótons (Z) e número de nêutrons (N) segundo esse modelo.

13. A partir do modelo de camadas, determine o momento angular e paridade dos núcleos ${}^{178}\text{Hf}$ (Z=72), ${}^{137}\text{Ba}$ (Z=56), ${}^{101}\text{Ru}$ (Z=44), ${}^{55,56}\text{Fe}$ (Z=26), ${}^{15,16,17}\text{O}$ (Z=8), ${}^{3,4,5}\text{He}$ (Z=2).

14. Os níveis de energia em (E^* (MeV); $J\pi$),

0.000;0+	0.250;0+	0.598;2+	0.503;2+
751;4+	1.002;6+	1.249;8+	1.763;4+
4.202;6+	7.199;8+	11.001;10+	15.598;12+

são de um núcleo hipotético (${}^{210}\text{Xy}$).

Determine todos os modos coletivos desse núcleo. Se possuir uma banda rotacional, determine seu momento de inércia (em função de $(h/2\pi)$). Se possuir uma banda vibracional, determine a energia do fônon.