A Física do Spin - 4300227

$1^{\underline{o}}$ Semestre de 2018

$3^{\underline{a}}$ Lista de exercícios

1) Quarks são férmions de spin 1/2. Partículas formadas por quarks são chamadas de hádrons. Existem duas classes de hádrons: bárions e mésons. Um bárion é uma partícula formada por três quarks e um méson é uma partícula formada por um quark e um anti-quark. Assuma que os quarks estão no estado fundamental e ignore outros números quânticos além do spin. (a) Diga quais são os spins possíveis para bárions e mésons. (b) Agora considere um sistema composto por quatro quarks. Encontre os valores possíveis para o spin total s deste sistema. Quais são os estados possíveis? Utilize a base $|s, m_s\rangle$ para distinguir cada estado. Nesta base alguns estados aparecem repetidas vezes, especifique claramente quando isso ocorrer.

2) Considere duas partículas de spin 1/2, descritas pelo estado $|s_1, s_2; m_1, m_2\rangle = |\frac{1}{2}, \frac{1}{2}; m_1, m_2\rangle$. Escreva os quatro possíveis estados acoplados (na base $|s, m\rangle$) em termos da base $|s_1, s_2; m_1, m_2\rangle$. Os coeficientes de Clebsch-Gordan não precisam ser calculados, apenas isole-os e no final substitua pelo valor tabelado (use a tabela abaixo).

3) (a) Encontre os autovalores e autoestados do operador de spin $\vec{S}$ de um elétron na direção de um vetor unitário $\vec{n}$, onde $\vec{n}$ é arbitrário. (b) Qual é a probabilidade de medir $S_z = -\hbar/2$?

4) (a) Por que na mecânica quântica as partíiculas idênticas são realmente indistinguíveis? (b) Sendo P_{ij} o operador permutação, dado que os estados de N partículas idênticas $|\Psi\rangle$ e $|\chi\rangle$ se transformam como $P_{ij}|\Psi\rangle = +|\Psi\rangle$ e $P_{ij}|\chi\rangle = -|\chi\rangle$, o que podemos afirmar sobre esses estados? (c) Considere que $|\alpha\rangle$ e $|\beta\rangle$ são os únicos dois estados permitidos para cada partícula. Quais os estados possíveis em cada situação: dois bósons idênticos e dois férmions idênticos.

5) Dada a hamiltoniana $H = \epsilon\, \vec{\sigma} \cdot \vec{n}$, onde ϵ é uma constante com dimensão de energia, $\vec{n}$ é um vetor unitário arbitrário, e σ_x, σ_y e σ_z são as matrizes de Pauli, encontre os autovalores de energia e os autovetores de H.

Coeficientes de Clebsch-Gordan.
Um sinal de raiz quadrada é subententido em cada coeficiente, de tal forma que onde temos $-a/b$ devemos ler $-\sqrt{a/b}$.

1/2×1/2	1 +1	1 0	0 0	1 −1
+1/2 +1/2	1			
+1/2 −1/2		1/2	1/2	
−1/2 +1/2		1/2	−1/2	
−1/2 −1/2				1