

## Sumário

Prefácio	2
Notações	4
<b>1 Introduzindo mecânica quântica</b>	<b>9</b>
1.1 Vetor de estado	10
1.1.1 Espaço de Hilbert	10
1.2 Mudança de base	14
1.3 Operadores em mecânica quântica	17
1.4 Medidas em mecânica quântica	19
1.4.1 Operadores hermitianos	21
1.4.2 Medidas simultâneas em mecânica quântica	24
1.5 Operadores de posição e momento	30
1.5.1 Operador de posição	30
1.5.2 Operador de momento	31
1.5.3 Comutador momento-posição	32
1.6 Mudança de bases de representação	33
1.7 Evolução temporal em mecânica quântica	35
1.7.1 Descrição de Schrödinger	35
1.7.2 Descrição de Heisenberg	42
1.8 Relação de incerteza entre energia e tempo	44
Exercícios	47
<b>2 Aplicações dos conceitos básicos</b>	<b>49</b>
2.1 Experimento de Stern-Gerlach (1992)	50
2.1.1 Operadores de dipolo magnético	51
2.2 Detecção de neutrinos	56
2.2.1 Experimento de Reines-Cowan (1953)	56
2.2.2 Experimento de Homestake (1953)	57
2.2.3 Super-K (1998) e SNO (2001)	58
2.2.4 Mundo simplificado: Existem apenas 2 tipos de neutrinos	59
2.3 O oscilador harmônico	61
2.3.1 Oscilador clássico	62
2.3.2 Oscilador quântico	63
2.3.3 Obtendo a função de onda	68
Exercícios	71
<b>3 Mecânica quântica em 3D</b>	<b>73</b>
3.1 Poço Infinito Retangular 3D	73
3.2 Partícula livre - Relações clássicas	75
3.3 Partícula Livre - Relações quânticas	76
3.4 Momento angular em mecânica quântica	81
3.4.1 O operador momento angular	81
3.4.2 Autovalores e autoestados de momento angular	82
3.4.3 Forma matricial dos operadores de momento angular	90
3.5 Funções de onda de momento angular	93
3.5.1 Operadores no espaço de posições em coordenadas esféricas	94
3.6 Parte radial das funções de onda: partícula livre	104
3.7 Introduzindo um potencial na parte radial	106
3.8 Hamiltoniana de sistema de duas partículas	108
3.9 Átomo de Hidrogênio	110
3.9.1 Forma recursiva	115
3.9.2 Forma dos Polinômios de Laguerre	119

3.10	Introduzindo o Efeito Zeeman . . . . .	122
<b>4</b>	<b>Sistemas de Partículas Idênticas</b>	<b>125</b>
4.1	Operador de Troca . . . . .	126
4.2	Notação matricial de autoestados anti-simétricos . . . . .	130
4.3	Estado completo: parte de spin . . . . .	131
4.4	Forças de Troca . . . . .	132
<b>5</b>	<b>Teoria de Perturbação Independente do Tempo</b>	<b>137</b>
5.1	Sistemas de autovalores não degenerados . . . . .	138
5.2	Sistemas de estados degenerados . . . . .	143
5.3	Átomo de Hélio: Estado Fundamental . . . . .	150
5.4	Átomo de hidrogênio mais realista . . . . .	152
5.4.1	Correção Relativística . . . . .	153
5.4.2	Acoplamento Spin-Órbita . . . . .	157
5.4.3	Estrutura fina do átomo de hidrogênio . . . . .	162
5.5	Efeito Zeeman . . . . .	164
<b>A</b>	<b>Espaço de Hilbert</b>	<b>171</b>
<b>B</b>	<b>Polinômios Associados de Legendre</b>	<b>175</b>
<b>C</b>	<b>Harmônicos esféricos</b>	<b>177</b>
<b>D</b>	<b>Solução da equação (3.75)</b>	<b>179</b>
<b>E</b>	<b>Demonstração da relação de Kramer</b>	<b>183</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>185</b>