

535.14  
K65

# Tópicos de óptica cuántica

13 17 35

21 DIC 2005

A. B. KLIMOV Y S. M. CHUMAKOV



Instituto Nacional  
de Tecnología Industrial  
Extensión y Desarrollo  
División Biblioteca



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
Coordinación General Académica  
Unidad para el Desarrollo de la Investigación y el Posgrado

Primera edición, 2005

© D.R. 2005, Universidad de Guadalajara  
Coordinación General Académica  
Unidad para el Desarrollo de la Investigación y el Posgrado  
Av. Juárez 976, piso 7  
44160 Guadalajara, Jalisco

**ISBN 968-7846-94-1**

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

Prohibida su venta

# Contenido

Introducción	1
<b>1. Cinemática atómica</b>	<b>3</b>
1.1 Cinemática de un átomo con dos niveles de energía	3
1.2 Estados de Dicke	7
1.3 Estados coherentes atómicos	9
1.4 Estados atómicos comprimidos	14
1.5 Átomos con $n > 2$ niveles de energía	16
1.6 Cuasidistribuciones atómicas	21
Problemas	27
<b>2. Dinámica atómica</b>	<b>29</b>
2.1 Un espín en el campo magnético constante	29
2.2 Un átomo de dos niveles en el campo linealmente polarizado	30
2.3 Un átomo en el campo circularmente polarizado	33
2.4 Evolución del vector de Bloch	34
2.5 Dinámica del átomo de los niveles sin $RWA$	36
2.6 Sistemas atómicos colectivos	41
2.7 Sistema atómico en el campo de un pulso	48
2.8 Dispersión de Raman	52
Problemas	54
<b>3. Campo electromagnético cuantizado</b>	<b>55</b>
3.1 Cuantización del campo electromagnético	55
3.2 Estados coherentes	57
3.3 Propiedades de los estados coherentes	59
3.4 Operador de desplazamiento	61
3.5 Estados comprimidos	63
3.6 Estados térmicos	67
3.7 Operador de fase	68
3.8 Operador de fase regularizado	72
3.9 Distribución de fase	75
3.10 Cuasidistribuciones del campo	78
Problemas	85

<b>4. Dinámica del campo</b>	<b>87</b>
4.1 Evolución del campo bajo bombeo (clásico)	87
4.2 Amplificador paramétrico (lineal)	88
4.3 Evolución en el medio de Kerr	91
Problemas	92
<b>5. Modelo de Jaynes-Cummings</b>	<b>93</b>
5.1 Hamiltoniano de interacción	93
5.2 Espectro y evolución de la función de onda	95
5.3 <i>MJC</i> : operador de evolución	98
5.4 Diagonalización del hamiltoniano de <i>MJC</i>	102
5.5 Colapsos y resurgimientos de la inversión atómica	103
5.6 <i>MJC</i> en el campo térmico	109
5.7 Estados atrapados	111
5.8 Factorización de la función de onda	113
5.9 <i>MJC</i> fuera de la aproximación de onda rotante	118
Problemas	122
<b>6. Interacciones colectivas</b>	<b>125</b>
6.1 El modelo de Dicke	125
6.2 Hamiltoniano de tres fotones	126
6.3 La aproximación de orden cero	127
6.4 Acercamiento perturbativo	130
6.5 Resurgimientos de primer orden	133
6.6 Campo inicial en el estado de números	133
6.7 Campos coherentes y térmicos	140
Problemas	141
<b>7. Sistemas atómicos en el campo cuántico fuerte</b>	<b>143</b>
7.1 El modelo de Dicke en el campo fuerte	143
7.2 Factorización de la función de onda	145
7.3 Evolución en el espacio de fase	147
7.4 Modelo de Dicke en la presencia del medio de Kerr	153
7.5 Generación de los estados comprimidos del campo	154

7.6	Transferencia de coherencia entre átomos y campo	157
7.7	Espectro de la fluorescencia resonante	159
7.8	Modelo de Dicke en el límite dispersivo	162
7.9	Sistemas atómicos con $n$ niveles de energía	165
7.10	Modelo de Dicke de dos fotones	173
7.11	Transiciones efectivas an átomos de configuración $\Lambda$	182
	Problemas	184
<b>8.</b>	<b>Modelos con disipación</b>	<b>185</b>
8.1	Disipación del campo cuántico con bombeo	185
8.2	Modelo de Dicke con disipación y bombeo (límite dispersivo)	188
8.3	Modelo de Dicke con disipación (caso resonante)	192
8.4	Disipación fuerte	201
	Problemas	204
<b>9.</b>	<b>Apéndices</b>	<b>205</b>
9.1	Grupos y álgebras de Lie	205
9.2	Estados coherentes	219
9.3	Sistemas lineales	224
9.4	Método de transformaciones de Lie	230
9.5	$d$ - función de Wigner	233
9.6	Operadores tensoriales irreducibles	237
	<b>Bibliografía</b>	<b>241</b>