

Índice analítico

1. Introducción	1
1. Teorías acerca de la resonancia magnética	1
2. La hamiltoniana	2
3. La hamiltoniana atómica	4
4. La hamiltoniana del espín	6
5. Los operadores equivalentes	6
6. Hamiltoniana de espín efectiva	9
Referencias	11
2. Fundamentos matemáticos y mecánico-cuánticos de la resonancia magnética	12
1. Introducción	12
2. Tipos de matrices	12
3. Matrices unitarias	15
4. Matrices hermíticas	18
5. Operadores del momento cinético	21
6. Matrices del momento cinético	22
7. Suma de los momentos cinéticos	26
8. Descripción geométrica del espacio de Hilbert	36
9. Descripción geométrica de la hamiltoniana del espín	40
10. Teoría de las perturbaciones	45
Referencias	46

3. Sistema de dos espines ($1/2, 1/2$) en el caso general	47
1. Nota preliminar	47
2. La hamiltoniana	47
3. Ecuación secular y niveles energéticos	48
4. Funciones propias	51
5. Probabilidades de transición	53
6. Conclusiones	55
Apéndice	55
4. Resonancia magnética de un sistema de dos espines nucleares ($1/2, 1/2$)	59
1. Nota preliminar	59
2. Niveles energéticos y separación de las rayas espectrales	60
3. Intensidades	65
4. Casos límite	68
Referencias	69
5. Resonancia de un sistema de dos espines electrónicos ($1/2, 1/2$)	70
1. Nota preliminar	70
2. Niveles energéticos y separación entre rayas	71
3. Intensidades	73
4. Signos de los términos de la hamiltoniana	78
5. Soluciones por el método de las perturbaciones	80
Referencias	81
6. Factores g anisótropos	83
1. Introducción	83
2. Niveles energéticos	83
3. Intensidades	85
4. Dependencia angular del factor g	87
5. Descomposición de g en un tensor isótropo y otro anisótropo	91
6. Representación geométrica del tensor g	93
7. Variaciones angulares de los espectros experimentales	98
Referencias	103

7. Interacciones hiperfinas anisótropas para $S=I=1/2$	104
1. Introducción	104
2. La matriz hamiltoniana	104
3. Niveles energéticos	106
4. Estructura hiperfina	106
5. Espectros de rotación angular	113
6. Intensidades	116
7. Clases de espectros	117
8. Signos relativos de las constantes de acoplamiento	121
9. Acoplamiento hiperfino dipolar	121
10. Conclusión	124
Referencias	125
8. Hamiltonianas anisótropas	126
1. Introducción	126
2. Combinación de las anisotropías hiperfinas y del factor g	128
3. Anisotropías con diversos espines nucleares	131
4. Saltos del espín en protones contiguos	139
5. Espines nucleares mayores que $1/2$	144
6. Protones α y β	148
7. Determinación experimental de los tensores g y T	159
Referencias	163
9. Sistemas de varios espines	165
1. Introducción	165
2. Interacciones de Zeeman sobre tres espines	165
3. Sistema de tres espines acoplados	168
4. Sistema de tres espines ($1/2, 1/2, 1/2$) acoplados	171
5. Expresión general de la hamiltoniana de un sistema de tres espines ($1/2, 1/2, 1/2$)	175
6. Referencia de un espín electrónico acoplado a dos espines nucleares	179
7. Resonancia magnética nuclear de un sistema AB_2	185
8. Resonancia magnética nuclear de los sistemas ABC y ABX	190
9. Sistema de cuatro espines acoplados	193
10. Espines equivalentes	194
Referencias	195

10. Sistemas de espines de valor superior	196
1. Introducción	196
2. Sistemas de espines $S_1=1/2, S_2=1$	196
3. Sistemas de dos espines $S_1=S_2=1$	202
4. Sistemas de dos espines $S_1=1/2, S_2>1$	203
Referencias	206
11. Efectos cuadrupolares	207
1. Introducción	207
2. Hamiltoniana cuadrupolar	208
3. Momento cuadrupolar	212
4. Niveles energéticos y funciones propias de un núcleo de espín $I=1$	214
5. Núcleo de espín $I=1$: Intensidades	217
6. Núcleo de espín $I=1$: Efecto Zeeman	219
7. Energía cuadrupolar de un espín $I=3/2$	223
8. Energías cuadrupolares para $I>3/2$	226
9. Antiapantallamiento	227
10. Efectos cuadrupolares en la resonancia magnética nuclear	229
11. Efectos cuadrupolares en la resonancia del espín electrónico	234
12. La formulación del tensor irreducible	236
Referencias	238
12. Desdoblamientos a campo nulo	240
1. Introducción	240
2. Término D de campo nulo	241
3. Término D de interacción dipolar	245
4. Matrices de los ejes principales de D y E	247
5. Dependencia angular del término D con un término de Zeeman axialmente simétrico	248
6. Dependencia angular de los términos D y E respecto a los términos de Zeeman axialmente simétricos	252
7. Niveles energéticos y funciones propias del espín $S=1$	254
8. Estados triplete	257
9. Iones de los metales de transición	259
10. Interacciones espín-espín o hiperfinas en el caso límite de campo nulo	265
Referencias	272

13. La resonancia de Mössbauer	273
1. Naturaleza del efecto Mössbauer	273
2. Términos de la hamiltoniana	276
3. Niveles energéticos	281
4. Intensidades de transición	287
5. Campo hiperfino	295
6. Desplazamiento isómero	297
Referencias	298
14. Los espectros atómicos	299
1. Introducción	299
2. Acoplamiento órbita-espín	299
3. Efecto Zeeman	303
4. Probabilidades de las transiciones Zeeman	304
5. Polarización de las transiciones Zeeman	309
6. Efecto Paschen-Bach	311
7. Efecto Zeeman anómalo	313
8. Efecto Stark	314
Referencias	316
15. Teoría del campo cristalino	317
1. Introducción	317
2. Potencial del campo cristalino	318
3. Potenciales cúbicos y de simetría inferior	325
4. Operadores tensoriales irreducibles	327
5. Operadores equivalentes	330
6. Energías y funciones de onda de los electrones <i>d</i>	334
7. Parámetros del campo cristalino para los electrones <i>d</i>	338
8. Campos cristalinos con acoplamiento órbita-espín predominante	345
9. Representaciones irreducibles y teorema de Kramers	353
10. Cálculo de los factores <i>g</i>	355
Referencias	362
16. Conformación de las rayas espectrales	363
1. Introducción	363
2. Estrechamiento por intercambio: teoría de Anderson	364
3. Intercambio para el caso del espín 1/2	366

4.	Estrechamiento por intercambio en la estructura hiperfina	371
5.	Efectos del intercambio sobre los desplazamientos químicos	375
6.	Anchura propia de la raya	376
7.	Conformaciones de Gauss y de Lorentz	377
8.	Conformación de Voigt	380
9.	Conformaciones de las rayas en los espectros de polvo cristalino	383
	Referencias	392
	Apéndice I	393
	Apéndice II	403
	Apéndice III	435
	Apéndice IV	438
	Índice alfabético	443