

OBSAH

Predhovor	9
1 Princípy rádiospektroskopických metód	11
1.1 Správanie látok v elektromagnetickom poli a odozva (reakcia) lineárneho systému	11
1.1.1 Klasické materiálové vzťahy	11
1.1.2 Zovšeobecnené materiálové vzťahy	12
1.1.3 Kramersove-Kronigove vzťahy medzi zložkami zovšeobecnenej susceptibility	15
1.1.4 Odozva lineárnej sústavy pri relaxačnom procese	16
1.1.5 Odozva lineárnej sústavy pri jave rezonancie	17
1.2 Princíp magnetických rezonančných metód. Pohybová rovnica neinteragujúcich spinov	21
1.3 Pohybová rovnica interagujúcich spinov	25
1.3.1 Formulácia všeobecného tvaru pohybovej rovnice	25
1.3.2 Blochova rovnica	30
1.3.3 Formulácia pohybovej rovnice, ktorej riešenie vedie ku Gaussovmu tvaru čiary magnetickej rezonancie	38
1.3.4 Rýchly prechod cez rezonanciu	43
1.3.5 Vplyv nehomogenity statického magnetického poľa na magneticú rezonanciu	46
1.4 Interakcia jadier a elektrónov a jej vplyv na rádiový spektrálny tvar	47
1.5 Pôsobenie vysokofrekvenčného impulzu na spinový systém	49
1.6 Kvantový pohľad na správanie spinov v magnetickom poli a na podmienku magnetickej rezonancie	53
1.7 Vysvetlenie niektorých symbolov, používaných pri rádiospektroskopických metódach	58
1.8 Van Vleckova metóda momentov pre analýzu tvaru čiary magnetickej rezonancie	60
2 Elektrónová paramagnetická rezonancia	64
2.1 Princíp javu a metódy jeho pozorovania	64
2.1.1 Fyzikálna podstata javu EPR	64
2.1.2 Spôsob pozorovania javu EPR	66

2.2	Tvar rezonančnej čiary EPR a jej šírka	68
2.3	Výsvetlenie vlastností EPR spektier iónov tranzitívnych prvkov v kryštáloch	73
2.3.1	Niektoré všeobecné zákonitosti	73
2.3.2	Spektrá EPR solí tranzitívnych prvkov	75
2.4	Niektoré dôležité aplikácie EPR	85
2.4.1	EPR voľných radikálov	85
2.4.2	Spektrá EPR farebných centier	89
2.4.3	EPR elektrónov vodivosti	92
2.4.4	EPR na donorových a akceptorových prímiesiach v polovodičoch	94
2.4.5	Bezšumové paramagnetické zosilňovače elektromagnetického žiarenia (masery)	96
2.4.6	Posledný vývoj v oblasti EPR spektroskopie	98
2.4.6.1	Impulzová EPR spektroskopia	98
2.4.6.2	Zobrazovanie paramagnetických centier v tuhých látkach	101
2.4.6.3	Optická a termická detekcia EPR	102
2.4.6.4	Miónová spinová rotácia	104
2.4.6.5	Laserová magnetická rezonančná spektroskopia	104
2.4.6.6	Niektoré ďalšie aplikácie EPR	105
3	Elektrónová rezonancia v magneticky usporiadaných látkach	106
3.1	Princíp javu a metóda jeho pozorovania	106
3.1.1	Povaha magneticky usporiadaných látok	106
3.1.2	Podstata feromagnetickkej rezonancie a jej experimentálne zisťovanie	107
3.2	Odvedenie rezonančnej podmienky feromagnetickkej rezonancie	109
3.2.1	Prípád nevodivého homogénneho izotropného feromagnetika, keď neuvažujeme o relaxačnom procese	109
3.2.2	Prípád nevodivého homogénneho anizotropného feromagnetika, keď neuvažujeme o relaxačnom procese	112
3.2.3	Vplyv relaxácie na nevodivé feromagnetikum	113
3.3	Ferimagnetická rezonancia, feromagnetická rezonancia feritov	114
3.4	Antiferomagnetická rezonancia (AFR)	115
3.5	Spinovo-vlnová rezonancia	116
3.6	Niekoľko konkrétnych prípadov elektrónovej rezonancie magneticky usporiadaných látok	118
4	Jadrová magnetická rezonancia (NMR)	123
4.1	Princíp javu a metódy jeho pozorovania	123
4.1.1	Fyzikálna podstata javu	123
4.1.2	Spôsob pozorovania NMR	125
4.2	Všeobecne o intenzite, šírke a tvare čiary NMR	129
4.3	Intenzita čiary	129
4.4	Šírka a tvar rezonančnej čiary NMR	130

4.4.1	Všeobecne	130
4.4.2	Vplyv diapólovo-dipólovej interakcie na šírku a tvar rezonančnej čiary NMR	132
4.4.3	Vplyv spinovo-mriežkovej relaxácie na šírku rezonančnej čiary NMR	137
4.4.4	Vplyv pohyblivosti molekúl na šírku čiary NMR	140
4.5	Vplyv interakcie jadier a elektrónov na signál NMR tuhých látok	141
4.5.1	Priama magnetická interakcia medzi jadrami a paramagnetickými iónmi v paramagnetických kryštáloch	141
4.5.2	Interakcia medzi jadrami a elektrónmi magneticky usporiadaných látok	142
4.5.3	Magnetická interakcia jadier a elektrónov vodivosti pri NMR kovov; Knightov posuv	145
4.5.4	Vplyv elektrickej kvadrupólovej interakcie jadier a elektrónov na signály NMR	148
4.6	Jadrová magnetická rezonancia vysokého rozlíšenia pri kvapalinách	151
4.6.1	Jemná štruktúra čiar NMR kvapalín (magnetické tienenie)	151
4.6.2	Hyperjemná štruktúra čiar NMR kvapalín, ako dôsledok nepriamej magnetickej interakcie medzi jadrami v diamagnetických látkach	153
4.6.3	Experimentálne podmienky na sledovanie NMR vysokého rozlíšenia kvapalín	154
4.6.4	Niektoré experimentálne výsledky a aplikácie	155
4.7	Impulzové metódy merania parametrov NMR	158
4.7.1	Meracie postupy	158
4.7.2	Pulzový spektrometer	163
4.8	Metóda fourierovej transformácie	164
4.9	Metódy vysokého rozlíšenia pri NMR tuhých látok	166
4.9.1	Všeobecné úvahy	166
4.9.2	Získanie spektra vysokého rozlíšenia rotáciou vzorky pod „magickým uhlom“	167
4.9.3	Pulzové metódy na získanie spektra NMR vysokého rozlíšenia tuhých látok	169
4.10	Niektoré nové aplikácie a metodiky NMR	171
4.10.1	Tomografia NMR	171
4.10.2	Použitie spektroskopie „in vivo“	178
4.10.3	Dvojná jadrová magnetická rezonancia	179
4.10.3.1	Dvojná rezonancia za použitia Fourierovej transformácie	180
4.10.3.2	Dvojná rezonancia pri stacionárnom zázname spektroskopie	183
4.10.4	Dvojdimenziálna spektroskopia	183
4.10.5	Chemicky indukovaná dynamická nukleárna polarizácia	187
4.10.6	NMR štúdium Van Vleckových paramagnetov	188
5	Cyklotrónová rezonancia (CR)	189
5.1	Experimentálne usporiadanie a základné podmienky	189
5.2	Základná teória cyklotrónovej rezonancie	192

5.3	Teória cyklotrónovej rezonancie pre prípad energetického spektra elektrónov s elipsoidickými plochami konštantnej energie	198
5.3.1	Niektoré základné pojmy kvantovej mechaniky	198
5.3.2	Objasnenie teórie cyklotrónovej rezonancie pre prípad energetického spektra elektrónov s plochami konštantnej energie tvaru elipsoidov	203
5.4	Niektoré konkrétne prípady použitia cyklotrónovej rezonancie	206
6	Iné rádiospektroskopické metódy	212
6.1	Niekoľko poznámok o využití rádiospektroskopie pri výskume plynov	212
6.1.1	Niektoré všeobecné otázky	212
6.1.2	Druhy prechodov medzi energetickými stavmi a ich spektrálny obraz	214
6.1.3	Vplyv vonkajších polí na rotačné spektrá molekúl	218
6.1.4	Elektrická rezonancia	221
6.2	Jadrová kvadrupólová rezonancia (NQR)	222
6.2.1	Energia kvadrupólového vzájomného pôsobenia	222
6.2.2	Význam NQR pre fyziku tuhej fázy	223
6.2.3	Závislosť rezonančnej frekvencie NQR od teploty vzorky	225
6.2.4	Faktory určujúce šírku absorpčnej čiary NQR	226
6.2.5	Vznik jemnej štruktúry absorpčnej čiary NQR	226
6.2.6	Experimentálna technika NQR	227
6.2.7	Záver	228
6.3	Akustická paramagnetická rezonancia (APR)	229
6.4	Dvojitá magnetická rezonancia (Overhauserov efekt).	231
6.4.1	Fyzikálna podstata Overhauserovho efektu (OE)	231
6.4.2	Niektoré výsledky získané dvojitou magnetickou rezonanciou	232
6.5	Metóda Endor	234
	Literatúra	238
	Register	248