

目 次

一下 卷一

第 VIII 章 液体, 気体における熱緩和

I 序	321
A. 核スピンと輻射場の結合	321
B. スピン系と格子との結合	324
II 液体, および気体における緩和	326
A. 一般的なこと	326
B. 定 義	328
C. 時間について無秩序な摂動を受ける系の運動	331
(a) 遷移確率	331
(b) 占拠数を支配する方程式	332
(c) 密度行列を支配する方程式	334
(d) 演算子の形の主導方程式	338
(e) 巨視的な量の微分方程式	340
(f) 本節で導入した記号のまとめ	341
(g) 一般化した主導方程式を導く際の四つの仮定の証明	342
D. 量子力学的な取り扱い	343
E. 双極子結合による緩和	351
(a) 同種スピン	351
(b) 異種スピン	357
(c) 分子の無秩序な回転, または併進運動の相関関数	360
(1) 回 転	361
(2) 併進運動	364
F. 液体における他の緩和機構	370
(a) 一般的なこと	370
(b)(1) スカラー・スピンスピン結合	371

(b)(2) 第一種のスカラー緩和	373
(b)(3) 第二種のスカラー緩和	375
(c) 分子の方向変化による液体の四重極緩和	378
(d) 分子の方向変化と結合した異方性化学シフトによる緩和	381
G. 気体の核磁気緩和	383
(a) H_2 分子——二原子分子	383
(b) 単原子気体の緩和	390
III 理論と実験の比較	391
A. 同種スピン間の双極子結合	392
(a) 短い相関時間, T_1 の相対的な値	392
(b) T_1 の絶対値	394
(c) 長い相関時間	395
B. 異種スピン間の結合	396
(a) 単一照射法	396
(b) 二重照射法	401
(1) HF 分子	402
(2) 核スピンと電子スピンの結合	409
(α) 双極子結合	409
(β) スカラー結合	416
(γ) 動的磁化についての一般的な注意	418
C. 液体における電気四重極緩和	420
D. 気体における核磁気緩和	422
(a) 水素気体の核磁気緩和	422
(b) 液体水素における核磁気緩和	424
(c) 単原子気体における緩和	426
文 献	427

第 IX 章 固体における熱緩和と動的磁化

I 伝導電子と金属のスピン-格子緩和	430
A. 緩和時間の初等的な計算	431

B. 核スピンの緩和時間とスピン温度	435
C. 金属における核の動的磁化 (Overhauser 効果)	440
(a) フェルミ統計と電子スピンの非平衡分布	440
(b) 動的磁化	444
(c) 核と電子の磁化を結合する方程式	445
D. 実験との比較	447
(a) T_1 の測定	447
(b) 動的磁化の実験	451
(c) 液体ヘリウム温度の金属における核の動的磁化	454
II 固定した常磁性不純物による核の緩和	458
A. 理論	458
B. 実験との比較	466
III 半導体と絶縁体における磁気緩和と動的磁化	469
A. 半導体の伝導電子による緩和	469
B. 固定した常磁性不純物による動的磁化—固態効果	474
IV 結晶格子の熱振動による緩和	485
A. 格子振動とフォノン	486
B. スピン-フォノン結合による遷移確率	488
C. スピン-フォノン結合による磁気緩和と四重極緩和	495
(a) 磁気緩和	495
(b) 四重極緩和	496
D. 超音波の実験	504
(a) 四重極遷移	506
(b) 磁氣的遷移	509
文 献	510

第 X 章 スピンが運動しているときの線巾の理論

I 序	514
II 断熱的な場合	516

A. 一般論	516
B. 交換結合による線の狭まり	526
C. ブラウン運動による線の狭まり	531
III 非断熱的な線巾	533
A. 線巾と横緩和時間	533
B. 一般の場合	534
IV 運動による微細構造の消滅	540
V 固体の内部運動がゼーマン共鳴線の巾と緩和に およぼす影響	546
A. 回転運動	546
B. 固体内の併進拡散	553
VI 固体の内部運動が四重極共鳴線の線巾と緩和に およぼす効果	563
A. よじれ振動	564
(a) スピン・ハミルトニアン	564
(b) 線 巾	566
(c) 緩和時間	569
(d) スペクトル密度	570
B. 束縛回転	572
(a) 速い運動	572
(b) おそい運動	575
文 献	577

第 XII 章 液体における共鳴線の多重構造

I 連続波法で観測したエネルギー準位	579
A. $J \ll \delta$ の場合	581
B. J と δ が同程度の $\frac{1}{2}$ スピン二個の場合	584
C. p 個の等価スピン i の群 G , p' 個の等価スピン i' の 群 G' のそれぞれについて J と δ が同程度の場合	588

D. 摂動法	590
E. 等時的であるが、等価でないスピン	594
II 過渡的方法で観測した多重スペクトル	597
A. 自由才差運動の方法	597
B. スピン・エコーの方法	600
III 多重スペクトルにおける線巾の問題	606
A. 四重極緩和と化学交換の効果	606
B. 磁気緩和の効果	612
文 献	616

第 XII 章 強いラジオ波磁場の効果

I 液体における強いラジオ波磁場	618
A. ‘非粘性液体’	618
B. ‘粘性液体’	624
C. ‘単純な’吸収線に対するブロッホ方程式	631
D. ラジオ波磁場で‘駆動して’スピン間の結合をたち切ること	638
(a) 序	638
(b) 中間領域におけるスペクトルの模様（初等的な理論）	639
(c) 中間領域におけるスペクトルの模様（詳しい理論）	644
II 固体における強いラジオ波磁場	652
A. 序	652
B. 回転系におけるスピン温度，可逆的な速い通過	659
C. 回転系におけるスピン温度と定常解	670
D. 回転系におけるスピナー格子緩和	676
(a) スピンが一種類の場合の緩和	676
(b) 二種のスピンがある場合の緩和	679
E. 二重照射法	684
(a) 回転系飽和（rotary saturation）	684
(i) 液体における回転系飽和	684

(2) 固体における回転系飽和.....	687
(b) 二重照射による線の狭まり.....	689
(c) 二重照射の過渡的な方法.....	698
文 献.....	700
索 引	703

—上 卷 内 容—

第Ⅰ章	序 論
第Ⅱ章	自由スピンの運動
第Ⅲ章	核磁性の巨視的様相
第Ⅳ章	不動格子における双極子相互作用による 吸収線の巾
第Ⅴ章	スピン温度
第Ⅵ章	電子と原子核の相互作用
第Ⅶ章	共鳴線の微細構造—四重極効果