

离子晶体中的电子过程

N. F. 莫特 R. W. 格尼



离子晶体中的电子过程

N. F. 莫特 R. W. 格尼 著

潘金声 李文雄 译

科 学 出 版 社

N. F. MOTT R. W. GURNEY
ELECTRONIC PROCESSES IN IONIC CRYSTALS

Second Edition, Oxford University Press.

1953

內 容 簡 介

本书是固体物理学方面的經典著作之一。作者以量子力学为理論基础,全面地闡述了离子晶体中电子光学的、电学的与化学的性质。全书內容除了第一、二章論述完善晶体及热平衡情况下点陣缺陷性质外,主要着重于討論晶体中电子运动状态,电子和点陣相互作用, F 中心的性质,初級光电流,次級光电流,半导体与氧化物整流器,絕緣体的強場电流与击穿,发光現象,光化学还原与照相乳胶性质,以及包括电子与离子二者的輸运过程等。

本书可供固体物理、半导体物理的教师、研究生、高年級学生及研究工作者閱讀参考。

离子晶体中的电子过程

N. F. 莫特 R. W. 格尼 著
潘金声 李文雄 譯

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)
北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1959 年 11 月第一版 书号: 1960 字数: 250,000
1959 年 11 月第一次印刷 开本: 850 × 1168 1/32
(京) 0001—6,000 印张: 9 5/8 插圖: 1

定价: 1.40 元

第二版序

在这一版中我們只在第一版的第五、七与八章的末尾加入了整流接触、照相乳胶及氧化理論的几节。本书所論述的課題的新近进展在理論上变化很少，并且本书的大部分对于解释实验現象来講仍然是很适宜的。然而这个課題的实验部分却进展得非常快，而目前要从理論观点来評論所有的实验还是不太合时宜的。

由于这个理由，我們觉得做任何广泛修訂的时间还没有到来。

N. F. 莫特

R. W. 格尼

第一版序

本书是为了发展离子晶体中电子运动的理論而写的。作者之一几年来曾研究金属中电子的行为，而另一位則研究了溶液中离子的性質；因此我們可能从稍微不同的观点来論及离子晶体中的电导問題。我們首先被这个課題所吸引的原因，是由于近几年来对包含色中心的卤化砷金属晶体的性質进行了非常詳細与全面的实验研究；我們发现，根据量子力学可以解释絕大多数这种性質。此外，我們还发现在卤化砷金属中所观察到的現象，闡明了很多在技术上較重要的物質的更复杂性質，例如半导体、照相乳胶与发光材料等。这些将在本书的較后几章中加以描述与解释，而在最后一章，我們还将涉及到固体中的反应这个大課題的边緣。

在这里，我們要向帮助我们完成本书的朋友們与同事們致以謝忱。別尔格(W. F. Berg)博士、弗洛里西(H. Frohlich)博士、クロス(P. Cross)教授与隆达尔(J. T. Randall)博士曾閱讀了本书校样的全部或一部分。斯金納(H. W. B. Skinner)博士与隆达尔博士曾在他們的著作发表以前給我們报导，而且蒙斯金納博士为我們

制作了 88 頁与 90 頁的图。最后我們还将感謝牛津大学出版社的
同仁們完美的技巧与殷勤。

1940 年 1 月

N. F. 莫特

R. W. 格尼

目 录

引言.....	1
---------	---

第一章 理想的离子点陣

1. 引言.....	3
2. 离子晶体的凝聚力; 理論.....	4
3. 凝聚力; 与观测到的能量比較.....	10
4. 极键和同极键.....	12
5. 介电常数.....	13
5.1 离子的极化率.....	13
5.2 靜电場的介电常数.....	23
6. 离子晶体中的点陣振动.....	28

第二章 在热平衡状态下的点陣缺陷

1. 各种类型的点陣缺陷.....	32
2. 无序的程度; 精确的公式.....	36
3. 点陣缺陷的扩散.....	40
4. 极性晶体的电解电导率.....	44
5. 用点陣缺陷理論的概念解释离子电导.....	48
6. 迁移率及激活能.....	54
7. 激活能的理論計算.....	66
8. 具有异常高的离子电导率的晶体.....	72
9. 附录: 一个荷电粒子的扩散系数 D 和迁移率 ν 之间的爱因斯坦关系的理論推导.....	74

第三章 極性晶体中的电子

1. 在周期場中的电子.....	75
------------------	----

2. 用于討論固体中凝聚力的一些方法;原子模型(海脫萊-倫敦模型)和集体电子模型(布罗哈模型).....	76
2.1 正空穴	79
3. 极性晶体中的电子	81
4. 离子晶体中的正空穴	86
5. 电子陷住在晶体点陣中的不規則处	93
5.1 电子陷住在点陣的缺陷中	93
5.2 表面能級	99
5.3 在一个理想点陣中兰道的被陷住电子	99
6. 非金属的光吸收.....	102
7. 鹵化砷金属晶体的紫外吸收光譜.....	108
8. 其他极性晶体的吸收光譜.....	114
9. 由于杂质和被陷电子所产生的吸收光譜.....	116
10. 吸收系数的绝对大小.....	118
11. 光电导.....	118
12. 在絕緣体中电子的平均自由程.....	119

第四章 鹵化砷金属中的色中心及其有关現象

1. 成分不合乎化学比的晶体.....	125
2. 色中心的一个模型.....	127
3. 陷住在一个空陣点上的一个电子的吸收光譜.....	130
4. 絕緣晶体中的光电导.....	133
5. 光电子的移程.....	140
5.1 在具有色中心的鹵化砷金属中	140
5.2. 在不包括鹵化砷金属在內的其他一些晶体中的光电子	148
6. 光电流和温度的关系.....	150
6.1 鹵化砷金属	150
6.2 其他絕緣晶体	154
7. <i>F</i> 中心的徙动.....	157
8. 与蒸气成热平衡的晶体.....	161

9. 由 U 中心形成 F 中心	165
----------------------	-----

第五章 半导体和絕緣体

1. 半导体的类型	170
2. 电导率随温度的变化	175
3. 热激活能与光激活能之間的关系	179
4. 半导体的一些实验結果的討論	182
5. 半导体中电子的迁移率	186
6. 金属和絕緣体之間的接触	187
7. 金属与半导体之間的接触	193
8. 金属与半导体之間的接触处的整流性質	196
9. 絕緣体中的次級光电流	205
10. 半导体中的光电流	208
11. 光生伏打效应与氧化物光电池的性質	213
12. 极强电場中的电导	216
13. 介电击穿	218

第六章 发光及能量的耗散

1. 导論	223
2. 余輝的衰变	230
3. 能量耗散为热能的机构; 发光的条件, 以及荧光輻射与温度的关系	241
4. 非光电导的杂质激活磷光体; 由鉍激活的卤化银金属磷光体	245

第七章 卤化銀中的光化学过程及照相潛象

1. 卤化銀的光化学还原作用	249
2. 印出效应	250
3. 銀微粒的生长速率	254
4. 潛象	256

5. 化学显象.....	258
6. 潜象的大小.....	260
7. 低温对潜象形成的效应.....	261
8. 温度对初级过程的影响.....	264
9. 染色敏化.....	264
10. 黑夏尔效应.....	265
11. 倒易律的失效.....	268

第八章 涉及离子与电子二者运输的过程

1. 金属的氧化;沾污反应.....	272
2. 离子晶体的还原.....	285
2.1 核心的形成.....	289
附錄: 通用的离子半徑表.....	293
名詞索引.....	295

现代武器运筹学导论

〔苏〕E. C. 温特切勒 著

周 方、玉 宇 译

周 方 校

国防工业出版社

1975.8.9

内 容 简 介

本书运用运筹学的基本原理和方法，讨论了一些有关筹划、组织作战行动及现代武器（导弹、飞机、坦克等）的战斗运用（如射击效率的评价，战斗配备的计算，战斗进程的估计，战斗行动的模拟，侦察资料的处理等）问题。书中提出的某些方法也可供解决其它领域中的运筹学问题时参考。本书通俗易懂，所用到的数学工具不超出高等技术院校所讲授的课程范围。

本书可供工程技术人员、高等技术院校和军事院校的师生及部队干部和技术人员参考。

ВВЕДЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Е. С. Вентцель

Издательство «Советское Радио»

1964

*

现代武器运筹学导论

〔苏〕E. C. 温特切勒 著

周 方、玉 宇 译

周 方 校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 14 353 千字

1974年12月第一版 1976年6月第二次印刷 印数：4,501—7,500册

统一书号：15034·1383 定价：1.75元

译者的话

近几年来，国内外的理论研究与实践经验证明，运筹学是一门应用非常广泛并大有发展前途的学科。

在国民经济各个领域及国防建设中，经常遇到有关安排、调度、组织、筹划、控制等类问题，这些问题正是运筹学研究的对象。这些问题，虽然存在于不同领域及来自不同的部门，但却有着共同的规律。运筹学根据这种共同规律的本质，建立统一的数学模型，通过分析而提出理论和方法，用于指导实践。由于运筹学的迅速发展，使一些古老的数学分支得到了新的应用。从古典变分法到最大值原理，以及概率论、随机函数论、博弈论、排队论、规划论（线性规划、非线性规划、动态规划）、统计判决函数理论等许多数学分支都已成为运筹学的有力工具。高速电子计算机的出现及近代模拟技术、计算技术的发展，为运筹学的实际应用和发展，创造了新的条件。

在现代军事技术领域中，运筹学还是一门非常年轻的新学科。稳、准、狠地杀伤敌人，是现代武器的研制、发展与使用所遵循的总方向。如何根据作战条件发展现代武器及如何合理地使用现代武器，以充分地发挥其战斗效率，都是极为重要的问题。对运筹学的研究，为我们解决这些问题提供了科学的依据和方法。目前，许多国家都十分重视这方面的研究，但发表的著作不多。

本书作者广泛地运用概率论的方法对现代武器的战斗运用问题进行了研究并获得了一些有价值的结论。书中第二章至第七章讨论了射击效率的评价问题。第九章介绍了兰切斯特战斗动力学方程和“平均数动力学”方法的概念。第八章和第十章讨论了如何考虑敌方对抗及技术装置可靠性对武器战斗效率的影响等问

题。第十一章讨论了战斗配备与战斗消耗的计算方法。第十二章和第十四章作者运用博弈论、排队论、线性规划和动态规划方法讨论了一系列有关现代武器的战斗运用问题。第十三章介绍了在电子计算机上用蒙特卡罗法模拟战斗行动的方法。最后，作者在第十五章运用概率论的方法讨论了有关侦察的问题。作为军事运筹学方面的导论，本书有其一定的参考价值。

本书以讲义的口语形式写出，故语句结构不很严密、简练，叙述重复。此外，书中文句、数字、公式、图表及某些观点也有错误之处，在译校过程中我们均作了适当的删改和补充，有的加了注释。由于我们的水平所限，译本中定有不少欠妥甚至错误之处，望读者批评指正。

目 录

序	10
第一章 军事运筹学的基本概念	13
§ 1 作战行动及其战术技术任务	13
§ 2 作战行动的模型	15
§ 3 作战行动的效率及效率指标	17
§ 4 根据作战行动的任务选择作战行动模型和效率指标	20
§ 5 完成作战行动的条件 在整个条件范围内对效率的评价	24
§ 6 运筹学问题的提法 约束条件	30
§ 7 同时根据几个指标评价效率	32
§ 8 射击理论所研究的问题	36
§ 9 目标的分类 典型的效率指标	37
§ 10 导弹的分类	42
第二章 射击散布	44
§ 11 散布及其产生的原因 散布律	44
§ 12 平面散布 系统误差和随机误差	46
§ 13 成组射击的散布律及各种射击方法	49
§ 14 各种类型的射击相关性 两组误差型	52
§ 15 射击相关性的一般情况及其两组误差型	56
§ 16 研究散布的方法	58
§ 17 远距作用式导弹射击时的空间散布的特点	60
第三章 目标的易损性特征	64
§ 18 易损性特征 按座标的目标被毁律	64
§ 19 用撞击作用式导弹进行射击时的目标被毁律	67
§ 20 平均必需命中数 ω	70
§ 21 指数式目标被毁律	71
§ 22 单个目标被直接杀伤型远距作用式导弹射击时的易损性特征	74

§ 23	破片杀伤型远距作用式导弹射击时按座标的目标 被毁律	75
第四章 对单个目标射击的效率		
§ 24	撞击作用式导弹击毁单个目标的概率 柯尔莫戈洛夫 (А. Н. Колмогоров) 公式	82
§ 25	单发命中概率	83
§ 26	独立射击时目标的被毁概率	88
§ 27	相关射击时目标的被毁概率	91
§ 28	利用表格和曲线计算目标被毁概率	93
§ 29	直接杀伤型远距作用式导弹射击时目标的被毁概率 (平面散布情况)	96
§ 30	直接杀伤型远距作用式导弹射击时目标的被毁概率 (空间散布情况)	100
§ 31	破片杀伤型远距作用式导弹射击时目标的被毁概率	106
§ 32	广义射击 多次广义射击时目标的被毁概率	107
§ 33	射击次数的分布律为波松分布律时目标的被毁概率	111
第五章 对目标群射击的效率		
§ 34	目标群中的平均被毁目标数	113
§ 35	被毁目标数的分布律	115
§ 36	对疏散目标群射击 (不进行火力转移时) 的效率	117
§ 37	对疏散目标群射击 (进行火力转移时) 的效率	119
§ 38	对密集目标群射击的效率	122
第六章 对面对目标射击的效率		
§ 39	对面对目标射击的效率评价问题	126
§ 40	一次射击时的相对杀伤面积 U U 的分布律	130
§ 41	将相对杀伤面积 U 表为独立随机变量的乘积	136
§ 42	一次射击时的平均相对杀伤面积	138
§ 43	修正瞄准时的平均相对杀伤面积	141
§ 44	多次射击时的平均相对杀伤面积	143
§ 45	n 次射击时相对杀伤面积 U 不小于给定值 u 的概率 $R_{u;n}$	145
第七章 对飞行器效率的综合评价		
§ 46	对飞行器效率的综合评价问题	151

§ 47	将战斗活动划分为若干阶段 多阶段战斗过程效率的近似评价方法	153
§ 48	综合评价多次使用的飞行器的效率	156
§ 49	将飞行器引向目标的任务	160
§ 50	将歼击机引向空中目标的可能性的条件	162
§ 51	歼击机对空中目标的导引概率	171
第八章	考虑对抗的方法	175
§ 52	考虑对抗的问题	175
§ 53	对超前对抗的考虑	176
§ 54	战斗过程中的对抗	183
§ 55	反导弹射击的效率评价	187
§ 56	无线电对抗的考虑原则	190
第九章	战斗行动动态学的数学描述方法	196
§ 57	有大量战斗单位参加的战斗的特点 战斗动态学所研究的问题	196
§ 58	事件流 波松事件流	197
§ 59	射击流 波松成功射击流	201
§ 60	战斗模型 A 兰切斯特 (Ланчестер) 方程	203
§ 61	对实力补充、抢先攻击、实力动员速度等因素的考虑	210
§ 62	战斗模型 B 战斗模型 B 的方程	215
§ 63	战斗武器同时击毁数个战斗单位的情况	220
§ 64	平均数动力学方法	225
第十章	技术装置可靠性的考虑方法	235
§ 65	可靠性的评价问题	235
§ 66	元件的可靠性 无故障工作时间的分布密度 平均无故障工作时间	236
§ 67	故障强度 可靠性指数律	240
§ 68	根据元件的可靠性确定系统的可靠性 无储备系统的可靠性	245
§ 69	有储备系统的可靠性	248
§ 70	评价战斗行动效率时对技术装置可靠性的考虑	251
§ 71	各元件故障之间的相关性	253
第十一章	战斗配备的计算	260

§ 72	计算战斗配备的一般原则	260
§ 73	效率按指数律增长时战斗配备的计算	262
§ 74	目标处在波松射流中时战斗配备的计算	264
§ 75	利用表格和曲线计算战斗配备	266
§ 76	考虑敌方的对抗和技术装置的不完全可靠性时战斗配备 的计算	269
§ 77	平均实际战斗消耗的计算	273
第十二章 博弈论基础		278
§ 78	博弈论所研究的对象 基本概念	278
§ 79	博弈论所研究的问题 最大最小化原理	282
§ 80	纯策略及混合策略 博弈在混合策略下的解	288
§ 81	求解博弈的基本方法 2×2 型博弈	292
§ 82	$2 \times n$ 型博弈	301
§ 83	求解 $m > 2$ 且 $n > 2$ 的有限博弈的方法	307
§ 84	求解博弈的近似方法	311
§ 85	策略的物理混合	316
第十三章 用电子计算机模拟战斗行动		320
§ 86	用电子模拟计算机模拟战斗行动	320
§ 87	统计试验法 (蒙特卡罗法)	321
§ 88	单位抽签试验	326
§ 89	用蒙特卡罗法模拟战斗行动	332
§ 90	必需现实数	340
§ 91	用蒙特卡罗法选择行动决策	342
第十四章 有关组织战斗行动的问题		347
§ 92	公用事业理论所研究的问题	347
§ 93	呼唤流 服务时间	349
§ 94	消失制单通道系统	351
§ 95	消失制多通道系统	356
§ 96	目标分配问题	360
§ 97	对目标群射击时的目标分配	361
§ 98	各个武器以相同的击毁概率对目标群中各目标进行射击 时的目标分配	369
§ 99	考虑目标机动时的目标分配	372