



## **Contents**

**Die Gleichgewichtsform  
von Kristallen und die Keimbildungsarbeit  
bei der Kristallisation**

**ROLF LACMANN**

**1**

**Applications of Quantum  
Electrodynamics**

**HAAKON A. OLSEN**

**83**



# Die Gleichgewichtsform von Kristallen und die Keimbildungsarbeit bei der Kristallisation

ROLF LACMANN

## Inhaltsverzeichnis

Summary . . . . .	1
1. Einleitung . . . . .	4
2. Definition und Bestimmung der Kristallgleichgewichtsform und der Keimbildungsarbeit . . . . .	7
3. Die Gleichgewichtsform von Einkomponentenkristallen . . . . .	14
a) Kristalle mit nicht polaren Bindungen . . . . .	14
b) Ionenkristalle . . . . .	22
c) Kristalle mit gemischem Bindungstyp . . . . .	25
4. Die Aufrauhung und Vergrößerung von Kristallflächen . . . . .	28
5. Die Gleichgewichtsform in Mehrkomponentensystemen . . . . .	37
a) Kristall auf einer artfremden Unterlage . . . . .	37
b) Fremdstoffadsorption an den Flächen eines Kristalls . . . . .	54
c) Mischkristalle . . . . .	61
6. Anhang . . . . .	71
I. Berechnung von $F_s(\alpha)$ aus dem Volumen eines Tröpfchenkeims . . . . .	71
II. Berechnung von $F_s(\alpha)$ aus den Oberflächen und Grenzflächen eines Tröpfchenkeims . . . . .	73
III. Berechnung von $F_s(\alpha)$ aus dem Volumen oder aus den Oberflächen und Grenzflächen des Tröpfchenkeims . . . . .	74
IV. Berechnung von $F_i(\alpha)$ für $\alpha > \pi/2$ aus $F_i(\pi - \alpha)$ . . . . .	75
Verzeichnis der wichtigsten Symbole . . . . .	77
Literatur . . . . .	80



# Applications of Quantum Electrodynamics

HAAKON A. OLSEN

## Contents

1. Introduction . . . . .	84
2. Electromagnetic Processes in the Field of an Atom . . . . .	85
2.1 Scattering in the Field of an Atom . . . . .	86
2.2 Radiation Processes in the Field of an Atom . . . . .	89
2.3 Cases for which the Distinction between $\phi_+$ and $\phi_-$ is Unimportant . . . . .	91
2.4 Quantum Electrodynamic Interaction . . . . .	93
3. Wave Functions . . . . .	94
3.1 The Partial Wave Expansion . . . . .	96
3.2 The Furry-Sommerfeld-Maue Wave Function . . . . .	102
4. Polarization Effects in Scattering and Radiation Processes . . . . .	106
4.1 Photon Polarization . . . . .	108
4.2 Polarization Tensor. Stokes Parameters . . . . .	111
4.3 Fermion Polarization . . . . .	113
4.4 Fermion Polarization. Covariant Formulation . . . . .	116
4.5 Correlations between Polarizations and between Polarizations and Momenta . . . . .	119
5. Potential Scattering . . . . .	122
5.1 Born Approximation Potential Scattering Calculations . . . . .	123
5.2 Exact Calculation of Potential Scattering . . . . .	127
5.3 Potential Scattering from Nuclear Charge and Magnetic Moment Distributions . . . . .	130
5.4 Small Angle Scattering . . . . .	133
6. Scattering of Two Particles . . . . .	135
6.1 Electron-nucleon Scattering . . . . .	136
6.2 $\mu$ -particle and $\pi$ -Meson Electron Scattering . . . . .	140
6.3 Electron-electron Scattering . . . . .	141
6.4 Electron-positron Scattering . . . . .	147
6.5 Elastic Electron-deuteron Scattering . . . . .	148
7. Photoelectric Effect . . . . .	149
7.1 First Order Born Calculation . . . . .	150
7.2 Momentum-polarization Correlations. Second Order Born Calculations . . . . .	154
7.3 Exact Calculations . . . . .	155
8. Single Photon Annihilation of Positrons . . . . .	155
9. Bremsstrahlung . . . . .	157
9.1 Atomic Field Bremsstrahlung. Born Approximation Calculations . . . . .	157
9.2 Atomic Field Bremsstrahlung. High Energies and Small Angles. Exact Theory . . . . .	163
9.3 High Energy, Large Angle Bremsstrahlung . . . . .	167
9.4 Atomic Field Bremsstrahlung. Higher Order Born and Exact Calculations . . . . .	169
10. Pair Production . . . . .	170
10.1 Atomic Field Pair Production. Born Approximation Calculation . . . . .	170
10.2 Atomic Field Pair Production. High Energies and Small Angles. Exact Theory . . . . .	171
10.3 High Energy, Large Angle Pair Production . . . . .	174

11.	Pair Production and Bremsstrahlung in the Field of an Electron . . . . .	175
11.1	Pair Production on Free Electrons (Triplet Process) . . . . .	175
11.2	Pair Production on Atomic Electrons . . . . .	177
11.3	Bremsstrahlung in the Field of Electrons and Positrons . . . . .	179
12.	Compton Scattering . . . . .	179
13.	Two-quantum Pair-Annihilation . . . . .	183
14.	Radiative Corrections to Scattering and Radiation Processes . . . . .	186
14.1	Potential Scattering . . . . .	189
14.2	Atomic Field Bremsstrahlung and Pair Production . . . . .	190
14.3	Two-particle Scattering . . . . .	191
14.4	Compton Scattering . . . . .	191
14.5	Pair Annihilation . . . . .	192
15.	Relations to Experimental Applications . . . . .	193
15.1	High Energy Tests of Quantum Electrodynamics . . . . .	193
15.2	Nuclear Structure Investigations . . . . .	194
15.3	Monoenergetic Photons . . . . .	195
15.4	Production and Detection of Polarization . . . . .	198

