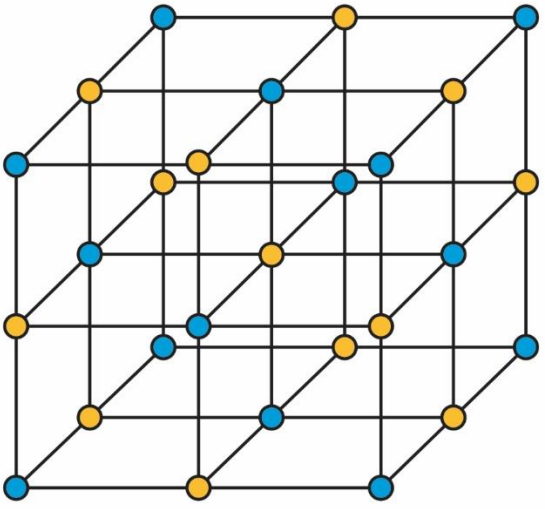
S N

KEMAGNETAN ZAT PADAT

DUMMY BOOK



ALFRIE MUSA RAMPENGAN

KEMAGNETAN ZAT PADAT

PENULIS

Alfrie Musa Rampengan

DUMMY BOOK

TANGGUH DENARA JAYA

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;

ii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;

iii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan

iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

DUMMY BOOK

KEMAGNETAN ZAT PADAT

Alfrie Musa Rampengan

TATA LETAK:
Wahyuni Putri Adeningsi

DESAIN SAMPUL:
Rachmadiansyah

SUMBER:
www.tangguhdenarajaya.com

ISBN:
978-623-8209-69-9

DUMMY BOOK

UKURAN:
ii + 80 Hal; 15.5 cm x 23 cm

CETAKAN PERTAMA:
Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Dilarang menggandakan atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

ANGGOTA IKAPI: 006/NTT/2022
PENERBIT TANGGUH DENARA JAYA
Jl. Timor Raya No. 130 B Oesapa Barat, Kelapa Lima
Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur
E-mail: tangguhdenarajaya@gmail.com
Telepon: 0380-8436618/081220051382

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas tuntunan-Nya sehingga boleh menyelesaikan buku referensi Kemagnetan Zat Padat ini dengan baik.

Penyusunan buku referensi adalah suatu kebutuhan dalam usaha terselenggaranya proses pembelajaran yang bersifat sistematis dan berdaya guna dalam mengimplementasikan strategi pembelajaran, dan juga sebagai upaya terwujudnya sasaran dan tujuan pembelajaran. Penyusunan buku referensi menjadi suatu kebutuhan bagi dosen maupun mahasiswa sebagai suatu buku panduan instruksional. Karena melalui usaha penyusunan ini, kualitas proses pembelajaran dapat ditingkatkan dan mahasiswa dapat memiliki buku petunjuk untuk digunakan dalam proses belajar secara mandiri oleh mahasiswa.

DUMMY BOOK

Dalam memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar kemagnetan, struktur material zat padat, ikatan-ikatan dalam material, sifat kemagnetan dalam zat padat dibutuhkan buku referensi Kemagnetan Zat Padat. Penulis berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan buku referensi ini.

Demikian pengantar yang dapat saya sampaikan, sekiranya ada kekurangan dan kesalahan dalam penulisan, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga buku referensi ini boleh bermanfaat bagi kita semua.

Penulis,

Alfrie Musa Rampengan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI ii
BAB I KISI KRISTAL 1
A. Kristal Ionik dan Teori Born-Mayer (B) 1
B. Logam dan Teori Wigner-Seitz (B)..... 4
C. Kristal Valensi dan Teori Heitler-London (B)..... 7
D. Kristal Berikat Hidrogen (B) 9
E. Definisi dan Properti Sederhana Grup (AB) 10
F. Contoh Sifat Simetri Solid-State (B)..... 14
G. Teorema: Tanpa Simetri Lima Kali Lipat (B)..... 20
H. Kristal Kuasi periodik atau Kristal Kuasi (A)..... 21
I. Beberapa Istilah Struktur Kristal dan Fakta Nonderived (B). 23
J. Skema dan Notasi Internasional untuk Kelompok Poin (A).. 26
K. Beberapa Struktur Kristal Khas (B) 30
L. Indeks Miller (B)..... 34
M. Difraksi Bragg dan von Laue (AB) 35
BAB II GETARAN KISI DAN PROPERTI TERMAL 47
A. Perkiraan Born-Oppenheimer (A)..... 47
B. Kisi Satu Dimensi (B) 55
C. Kisi Dua Atom Klasik dengan Kondisi Batas Berkala (B).... 57
D. Kisi Monatomik Klasik, Besar, Sempurna, dan Pengantar Zona Brillouin (B)..... 61
E. Panas Spesifik Kisi Linear (B)..... 75
DAFTAR PUSTAKA 79
IDENTITAS PENULIS 80

DUMMY BOOK

BAB I
KISI KRISTAL

A. Kristal Ionik dan Teori Born-Mayer (B)

Contoh kristal ionik adalah natrium klorida (NaCl) dan litium fluorida (LiF). Kristal ionik juga terdiri dari unit kimia jenuh (ion yang membentuk unit dasar mereka dalam konfigurasi gas langka). Ikatan ionik sebagian besar disebabkan oleh atraksi Coulomb, tetapi harus ada kontribusi yang menjijikkan untuk mencegah kisi runtuh. Daya tarik Coulomb mudah dipahami dari sudut pandang transfer elektronik. Sebagai contoh, kita melihat LiF sebagai terdiri dari Li^- ($1s^2$) dan F− (1s^22s^22p^6), menggunakan notasi biasa untuk konfigurasi elektron. Dibutuhkan sekitar satu volt elektron energi untuk mentransfer elektron, tetapi energi ini lebih dari dikompensasi oleh energi yang dihasilkan oleh tarikan Coulomb dari ion yang bermuatan. Secara umum, atom alkali dan halogen terikat sebagai ion yang bermuatan tunggal. Tolak inti antara ion adalah karena tumpang tindih awan elektron (seperti yang dibatasi oleh prinsip Pauli).

DUMMY BOOK

Karena gaya tarik Coulomb kuat, jarak jauh, hampir dua benda, gaya pusat, kristal ionik ditandai dengan pengemasan yang dekat dan pengikatan yang agak ketat. Kristal-kristal ini juga menunjukkan konduktivitas ionik yang baik pada suhu tinggi, pembelahan yang baik, dan penyerapan inframerah yang kuat.

Deskripsi yang baik dari kedua aspek yang menarik dan menjijikkan dari ikatan ion disediakan oleh teori semi-empiris karena Born dan Mayer. Untuk menggambarkan teori ini, kita akan memerlukan gambar kristal ionik seperti NaCl. Teori ini hanya akan berlaku untuk kristal ionik yang memiliki struktur yang sama dengan NaCl.

Biarkan N menjadi jumlah ion positif atau negatif. Biarkan rij (simbol dalam huruf tebal berarti kuantitas vektor) menjadi vektor yang menghubungkan ion i dan j sehingga | rij | adalah jarak antara ion i dan j. Biarkan Eij menjadi (+1) jika ion i dan j memiliki tanda yang sama dan (–1) jika ion i dan j memiliki tanda yang berlawanan. Dengan notasi ini energi potensial ion i diberikan oleh:

$$U_i = \Sigma all\ j(\neq i)E_{ij}\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0|r_{ij}|} \tag{1.1}$$

mengasumsikan bahwa hanya interaksi tolakan tetangga terdekat yang perlu dipertimbangkan. Ada enam tetangga terdekat untuk setiap ion, sehingga total energi potensial tolak total adalah:

$$U^R = 6NX\exp(-a/R) \tag{1.2}$$

Ini biasanya berjumlah hanya sekitar 10% dari total energi kohesif total. Dalam (1.2), Xij dan Rij diasumsikan sama untuk semua enam interaksi (dan sama dengan X dan R). Bahwa ini seharusnya mudah dilihat dengan simetri. Menggabungkan di atas, kita memiliki energi potensial total untuk kisi:

$$U = N\left(-\frac{M_{NaCl}e^2}{4\pi\varepsilon_0 a}\right) + 6NX\,exp\left(-\frac{a}{R}\right) \tag{1.3}$$

Energi kohesif untuk ion bebas sama dengan U ditambah energi kinetik ion dalam padatan. Namun, besarnya energi kinetik dari ion (terutama pada suhu rendah) jauh lebih kecil dari U, dan oleh karena itu kami hanya menggunakan U dalam perhitungan energi kohesif kami. Bahkan jika kita merujuk U ke suhu nol, akan ada, bagaimanapun, koreksi kecil karena gerakan titik nol. Selain itu, kami telah mengabaikan daya tarik yang sangat lemah karena pasukan van der Waals.

DUMMY BOOK

Persamaan (1.3) menunjukkan bahwa teori Born-Mayer adalah teori dua-parameter. Pertimbangan termodinamika tertentu diperlukan untuk melihat bagaimana memberi makan dalam hasil percobaan.

Hukum pertama dan kedua gabungan untuk proses reversibel adalah:

$$Tds = dU + pdV \tag{1.4}$$

di mana S adalah entropi, U adalah energi internal, p adalah tekanan, V adalah volume, dan T adalah suhu. Kami ingin mendapatkan ekspresi untuk kompresibilitas isotermal k yang didefinisikan oleh:

$$\frac{1}{kV} = -\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T \tag{1.5}$$

Kompresibilitas isotermal tidak terlalu sensitif terhadap suhu, jadi kami akan mengevaluasi k untuk T = 0. Menggabungkan (1.4) dan (1.5) pada T = 0, kami memperoleh:

DUMMY BOOK

$$\left(\frac{1}{kV}\right)_{T=0} = \left(\frac{\partial^2 U}{\partial V^2}\right)_{T=0} \tag{1.6}$$

Ada satu lagi hubungan antara R, X, dan percobaan. Pada jarak kesetimbangan a = A (ditentukan dengan eksperimen menggunakan sinar-X), tidak boleh ada gaya total pada ion sehingga:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial a}\right)_{a=A} = 0 \tag{1.7}$$

Dengan demikian, pengukuran kompresibilitas dan konstanta kisi berfungsi untuk memperbaiki dua parameter R dan X. Ketika kita tahu R dan X, dimungkinkan untuk memberikan nilai teoritis untuk energi kohesif per molekul (U / N). Kuantitas ini juga dapat diukur secara independen oleh

siklus Born-Haber [46] .[3] Membandingkan kedua kuantitas ini memberikan ukuran keakuratan teori Born-Mayer. Tabel 1.1 menunjukkan bahwa teori Born-Mayer memberikan perkiraan yang baik dari energi kohesif. (Untuk beberapa jenis perhitungan solid-state yang rumit, akurasi 10 hingga 20% dapat dicapai.)

Tabel 1.1. Energi kohesif dalam mol kkal $^{-1}$

Padat	Teori Born- Mayer	Eksperimen
LiBr	184,4	191,5
NaCl	182,0	184,7
KCl	165,7	167,8
NaBr	172,7	175,9

B. Logam dan Teori Wigner-Seitz (B)

Contoh logam adalah natrium (Na) dan tembaga (Cu). Logam seperti Na dipandang tersusun dari inti ion positif (Na +) yang terbenam dalam "lautan" elektron konduksi bebas yang berasal dari penghilangan elektron 3s dari atom Na. Ikatan logam dapat dipahami sebagian dalam konteks teori Wigner-Seitz. Dalam perawatan penuh, akan perlu untuk menghadapi masalah elektron dalam kisi periodik. Salah satu alasan untuk pengikatan adalah penurunan energi kinetik dari elektron "bebas" relatif terhadap energi kinetik mereka dalam keadaan atom 3s [41]. Dalam kristal logam, elektron valensi bebas (dalam kendala dari prinsip Pauli) untuk berkeliaran di seluruh kristal, menyebabkan mereka memiliki fungsi gelombang yang lebih halus dan karenanya kurang $\nabla 2\psi$. Secara umum, penyebaran fungsi gelombang elektron ini juga memungkinkan elektron untuk memanfaatkan potensi atraktif dengan lebih baik. Menurunkan energi kinetik dan / atau potensial menyiratkan pengikatan. Namun, tolakan elektron-elektron Coulomb tidak dapat diabaikan dan seluruh subjek pengikatan dalam logam tidak pada dasar kuantitatif yang baik seperti pada kristal yang

DUMMY BOOK