

فاروق كامل تقلا

مقدمة  
في  
فيزياء أشباه الموصلات

كيوان المطبوعات الجامعية

1-530-20-1

الدكتور

فاروق كامل تقلا



مقدمة

في

فيزياء أشباه الموصلات



ديوان المطبوعات الجامعية

الساحة المركزية - بن عكنون - الجزائر

## الفهرس

- 1 - تقديم  
2 - دلالات
- الفصل الأول: بعض خواص أشباه الموصلات
- 8 1.1. تصنيف المواد وفق قيم الناقلية الكهربائية  
15 2.1. الظواهر الحركية في أشباه الموصلات
- أ) الناقلية الكهربائية (16، ب) مفعول هول (18، ج) تغيير  
المقاومة في الحقل المغناطيسي (22، د) القوة المحركة  
الكهربائية الحرارية (24، هـ) مفعول تومسون (26، و) مفعول  
بيلته (28، ز) مفعول نيرنست - ايتنغهاوزن (30، ح) مفعول  
ريغا - ليدوك (31، ط) المفاعيل الحراطيسية الطولية 32
- 34 3.1. زمن الارتخاء  
37 4.1. النظرية الأساسية للظواهر الغلفانومغناطيسية
- أ) موتر (تينسون) الناقلية الكهربائية في الحقل  
المغناطيسي (37، ب) زاوية هول وثابت هول (42، ج) المقاومة  
المغناطيسية 45.
- 37 5.1. الناقلية المختلطة  
أ) مفعول هول (49، ب) المقاومة المغناطيسية 54.
- 54 6.1. بعض النتائج التجريبية
- أ) الناقلية الالكترونية والثقبية (54، ب) الناقلية  
الذاتية والشائبية (56، ج) منطقة الطاقة المحظورة (61، د)  
الناقلية الكهربائية النوعية (65، هـ) الحركية (67، و) التركيز  
الذاتي للالكترونات (71، ز) المقاومة المغناطيسية 74.
- الفصل الثاني: أسس نظرية التمنطق في أشباه الموصلات
- 77 1.2. معادلة شريدينغر للبلورة

- 79 2.2. التقريب الكظوم والتقريب التكافوي
- 81 3.2. التقريب أحادي الالكترون (تقريب الالكترون المُمثَّل)
- 88 4.2. تقريب الالكترونات شديدة الارتباط
- 99 5.2. عدد حالات الالكترونات في المنطقة الطاقية
- 103 6.2. شبه الاندفاع
- 105 7.2. منطقة بريليون
- 109 8.2. الامتلاء الممكن للحالات الالكترونية في منطقة التكافؤ
- 112 9.2. تابعة طاقة الالكترون للشعاع الموجي الى جـوار  
أرضية وسقف المنطقة الطاقية
- 118 10.2. حركة الالكترونات في البلورة عند تسليط حقل  
كهربائي خارجي
- 128 11.2. الكتلة الفعالة لحوامل الشحنة
- 139 12.2. التجاوب الدوراني المغناطيسي (السيكلتروني)
- 141 13.2. التركيب الممنطق لبعض أشباه الموصلات
- 150 14.2. طريقة الكتلة الفعالة
- 153 15.2. النظرية الأساسية للحالات الشائبية
- الفصل الثالث: احصاء الالكترونات والثقوب في أشباه الموصلات
- 160 1.3. كثافة الحالات الكوانتية
- 165 2.3. دالة التوزيع لفرمي - ديراك
- 168 3.3. درجة امتلاء السويات الشائبية
- 171 4.3. تركيز الالكترونات والثقوب
- 176 5.3. شبه الموصل المشوب
- 187 6.3. شبه الموصل الذاتي
- 193 7.3. تابعة موضع سوية فرمي لتركيز الشوائب ولدرجة  
الحرارة في شبه الموصل الفطري

- 1) شبه الموصل المانح (195، 2) شبه الموصل الآخذ 202
- 8.3. تابعة موضع سوية فرمي لدرجة الحرارة في شـبـه  
205 الموصل الفطري ذي الشوائب المتعادلة جزئيا
- 211 9.3. المناطق الشائبة
- الفصل الرابع: آليات تشتت حوامل الشحنة في أشباه  
الموصلات ، وبعض الظواهر الحركية
- 218 1.4. المعادلة الحركية لبولتزمان
- 227 2.4. الحالة المتوازنة
- 228 3.4. زمن الارتخاء
- 234 4.4. المقطع الفعال للتشتت ، أشكال مراكز التشتت
- 238 5.4. التشتت على الشوائب المتشردة
- 245 6.4. التشتت على ذرات الشوائب والانزياحات
- 247 7.4. التشتت على الاهتزازات الحرارية للشبكة
- 259 8.4. دوال التوزيع اللامتوازنة
- 263 9.4. الناقلية النوعية لأشباه الموصلات
- 268 10.4. تابعة حركية حوامل الشحنة لدرجة الحرارة
- أ) التشتت الشبكي (268، ب) التشتت على الشوائب  
المتأينة (269، ج) التشتت على الشوائب المعتدلة (271،  
د) التشتت على الانزياحات (272، هـ) الآلية المعقدة  
للتشتت (272، و) تابعة الناقلية النوعية لدرجة  
الحرارة 275
- 11.4. الناقلية الكهربائية لأشباه الموصلات في حقل  
كهربائي شديد  
278
- 12.4. مفعول غانا  
286
- 13.4. التشرد الصدمي  
294

298 14.4. المفعول النفقي والتأين الكهرساكن  
الفصل الخامس: تولّد وإعادة توحد الحوامل اللامتوازنة  
للشحنة

303 1.5. الحوامل المتوازنة واللامتوازنة للشحنة

308 2.5. التولّد ثنائي القطب الضوئي لحوامل الشحنة

312 3.5. التولد الحراري أحادي القطب ، الزمن الماكسويلي  
للارتقاء

314 4.5. أشكال إعادة التوحد

316 5.5. إعادة التوحد المباشر الاشعاعي منطقة - منطقة

323 6.5. إعادة التوحد المباشر الصدمي منطقة - منطقة

327 7.5. إعادة توحد حوامل الشحنة خلال مصائد إعادة التوحد

338 8.5. تابعة عمر حوامل الشحنة لدرجة الحرارة في حالة  
إعادة التوحد خلال المصائد

342 9.5. مصائد الأسر (الاقتناص) ومصائد إعادة التوحد

الفصل السادس: انتشار وانسياق الحوامل الغير متوازنة  
للشحنة

347 1.6. معادلة الاستمرارية

351 2.6. التياران الانتشاري والانسيابي

354 3.6. علاقة انشتين

356 4.6. انتشار وانسياق الحوامل اللامتوازنة للشحنة في  
حالة الناقلية أحادية القطب

360 5.6. انتشار وانسياق الحوامل الثانوية الاضافية في شبه  
موصل مشوب

368 6.6. انتشار وانسياق الحوامل اللامتوازنة للشحنة في شبه  
موصل ذي ناقلية قريبة من الذاتية

الفصل السابع: ظواهر الالتحام في أشباه الموصلات

- 374 1.7. دراسة شبه موصل خاضع لتأثير حقل كهربائي خارجي
- 380 2.7. جهد الخروج
- 385 3.7. التحام معدن-معدن، فرق الكمون الالتحامي
- 389 4.7. التحام معدن - شبه موصل
- 395 5.7. التقويم بواسطة لحمة معدن - شبه موصل
- 400 6.7. النظرية اليودية للتقويم
- 405 7.7. النظرية الانتشارية للتقويم
- 408 8.7. لحمة شبيهة موصل الكتروني وثقبي
- 415 9.7. التقويم في المعبر  $p-n$
- 419 10.7. نظرية المعبر  $p-n$  الرقيق
- 429 - فهرس المصطلحات العلمية
- 434 - المراجع
- 435 - فهرس الكتاب