بسم الله الرحمن الرحيم

نظرية الزمر للكيميائيين

تأليف

الدكتور جورج ديفدسون

Dr. George Davidson

ترجمة

الدكتور معتصم إبراهيم خليل

قسم الكيمياء - كلية العلوم

جامعة الملك سعود

الرياض - المملكة العربية السعودية

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٢٤٥٤ الرياض ١١٤٥١ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤١٩هـ (١٩٩٨م)

هذه ترجمة عربية لكتاب :

Group Theory for Chemists

©1991 ***By: Mac Millan Press Ltd.***

©1998 Translation copy right to King Saudi University

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

ديفدسون، جورج

نظرية الزمر للكيميائيين/ ترجمة د. معتصم إبراهيم خليل. -الرياض

٣٦٦ ص ؛ ١٧سم × ٢٤سم

ردمك ٩-٧٥٦-٠٥-٩٩٦٠

١ - الكيمياء أ-خليل، معتصم إبراهيم (مترجم) ب-العنوان

ديوي ٥٤٦ ١٩/٠٨٢١

رقم الإيداع: ١٩/٠٨٢١

ردمك : ٩-٧٥٦-٠٥-٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكّلها المجلس العلمي بالجامعة. وقد وافق على نشره في اجتماعه الحادي والعشرين للعام الدراسي ١٤١٤/ ١٤١٥هـ المعقود بتاريخ ٢٤/ ١/ ١٤١٥هـ الموافق ٣/ ٧/ ١٩٩٤م بعد اطلاعه على تقارير المحكمين.

مقدمة المترجم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين رسول الله وعلى آله وصحبه ومن والاه . . أما بعد :

إن هذا الكتاب لهو خلاصة لتجربة د . چورچ ديفدسون في تدريس نظرية الزمر لربع قرن من الزمان ، فلقد كنت من بين أوائل طلاب الدكتوراه الذين تلقوا عنه ومنه أساسيات هذه النظرية ، وذلك في عام ١٩٦٩ م . وحاولت بدوري أن أنقل هذه المعرفة لطلابي عبر السنين الماضية متتبعا كل حديث فيها وبالذات ما يخص التطبيق في مجال تخصصي .

وعلى الرغم من أن هناك عدة كتب قد نُشرت في هذا المجال ، إلا أن كتابه يتّسم بالصبغة والنكهة الكيميائية البحتة ؛ لذا فضلته على كثير غيره لأنقله للعربية خدمة لطلابي والقارئ العربي آملا أن يحقق ما هدفت إليه من فائدة .

وأحمد الله وأشكره أن مكنني من ذلك .

الدكتور معتصم إبراهيم خليل

الرياض السعودية ١٩٩٤ م

مقدمة المؤلف

لقد تزايد كثيرا خلال السنين القريبة الماضية عدد المجالات الكيميائية التي أصبح فيها تطبيق الأفكار النظرية للزمر مهما بالنسبة لطلاب الجامعات وخريجيها . ويعالج هذا الكتاب – وهو جزء من سلسلة كتب «ماكميلان» العلمية الفيزيائية – نظرية الزمر الأساسية التي يدرسها الطالب والخريج في مقررات الكيمياء ، وانصب التركيز خلال هذا الكتاب على تطبيق النظرية .

لقد كان الهدف هو تضمين مدى واسع من الأمثلة دون أي زيادة غير ضرورية لمستوى الصعوبة للقارئ الذي يحتاج – فقط – لخلفية متوسطة في الرياضيات تمكنه من استخدام هذا الكتاب . إلا أن المعرفة الأولية لميكانيكا الكم ونظرية الارتباط ستكون ذات فائدة .

وأخيرا ، أود أن أشكر مستشاري هذه السلسلة على ما أبدوه من تعليقات على النسخة الأولى لهذا الكتاب ، كما أني مدين بالشكر لكثير من طلاب جامعة نتنجهام الذين أثاروا أسئلة عديدة شجعتني على البحث . كما أشكر زملائي ، وبالأخص البروفيسور ج . ج . تيرنر والدكتور أ . هـ . رايت ، لاقتراحاتهم البناءة وكذلك تعليقاتهم . وقبل هؤلاء جميعا ، فإني مدين بالعرفان لعائلتي لصبرها خلال فترة انشغالي عنها بتأليف هذا الكتاب .

جورج ديفدسون

نتنجهام ، إنجلترا ، ١٩٩٠م .

المحتويات

الصفحة

مقدمة المترجم ..... هـ
مقدمة المؤلف ..... ز

الفصل الأول : عناصر التماثل وعملياته ١
مقدمة ١
(١ , ١) الدورانات : محاور التماثل ٣
(١ , ٢) الانعكاسات : سطوح التماثل ٨
(١ , ٣) الانقلاب : مركز التماثل ١٠
(١ , ٤) دورانات غير صحيحة : محاور دوران وانعكاس ١٢
(١ , ٥) الآثار المترتبة علي إجراء عمليات متتابعة ١٨
(١ , ٦) العمليات النقيضة ٢١
تمارين ٢٤

الفصل الثاني : الخواص الأساسية للزمرة ٢٧
مقدمة ٢٧
(٢ , ١) الخواص الأساسية للزمرة ٢٨
(٢ , ٢) عمليات التماثل كعناصر للزمرة ٣٠
(٢ , ٣) أصناف عمليات التماثل ٣٢
(٢ , ٤) الزمر اللامتناهية ٣٥
(٢ , ٥) التصنيف المنهجي للجزيئات إلى زمر نقطية ٣٦

(٦ , ٢) أمثلة لتصنيف الزمر ٤٦
تمارين ٥٠

الفصل الثالث : المصفوفات ٥١
مقدمة ٥١
(١ , ٣) تكافؤ المصفوفات وجمعها وطرحها ٥٢
(٢ , ٣) ضرب المصفوفة ٥٣
تمارين ٥٧

الفصل الرابع : تمثيل الزمر ٥٩
مقدمة ٥٩
(١ , ٤) استخدام المتجهات ٦٠
(٢ , ٤) استخدام الدوال الرياضية ٧٠
تمارين ٧٦

الفصل الخامس : التمثيلات القابلة وغير القابلة للاختزال ٧٩
مقدمة ٧٩
(١ , ٥) اختزال التمثيلات ٨٠
(٢ , ٥) صفات المصفوفات ٨٧
(٣ , ٥) بعض الخواص المفيدة للمصفوفة المربعة ٩٣
تمارين ٩٧

الفصل السادس : بعض التمثيلات المهمة القابلة للاختزال ٩٩
مقدمة ٩٩
(١ , ٦) تمثيل مفيد ١٠٠
(٢ , ٦) مساهمات كل ذرة غير منزاحة في $\chi(R)$ ١٠٦
(٣ , ٦) أمثلة على Γ_{3N} ١١١

(٦,٤) التمثيلات المستحدثة من متجهات شد الرابطة ١١٤
(٦,٥) التمثيلات المستحدثة من المدارات ١١٦
تمارين ١٢٤

الفصل السابع : توافيق (ائتلافات) خطية معدلة التماثل ١٢٧
مقدمة ١٢٧
(٧,١) التوافيق الخطية معدلة التماثل للمنظومات C_{2v} ١٢٨
(٧,٢) التوافيق الخطية معدلة التماثل للمنظومات D_{4h} ١٣٤
(٧,٣) التوافيق الخطية معدلة التماثل للمنظومات C_{3v} ١٣٧
(٧,٤) التوافيق الخطية معدلة التماثل للمنظومات T_d و O_h ١٤١
تمارين ١٤٤

الفصل الثامن : نظرية الزمر والطيف الاهتزازي ١٤٥
مقدمة ١٤٥
(٨,١) طيف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء والتشتت الراماني ١٤٧
(٨,٢) الأشكال الاهتزازية كأسس لتمثيل الزمرة ١٤٨
(٨,٣) تمثيلات الناتج المباشر ١٥١
(٨,٤) قوانين انتقاء التماثل لأطياف الأشعة تحت الحمراءوالرامان ١٥٣
(٨,٥) تصنيف الأشكال الاهتزازية ١٦٤
(٨,٦) أمثلة أخرى للتحليل الاهتزازي ١٦٨
تمارين ١٧٧

الفصل التاسع : أوجه أخرى للطيف الاهتزازي ١٧٩
(٩,١) الأنماط الصحيحة (الدقيقة) لمتجهات الاهتزاز ١٧٩
(٩,٢) شرائط النغمات العالية والتوافيق ١٨٣
(٩,٣) تساوي الطاقة العرضي والرنين الفيرمي ١٨٦
(٩,٤) التماثل المتناقص وجداول الربط (أو التعالق) ١٨٨

(٩,٥) الأطياف الاهتزازية للجزيئات الخطية ١٩١
(٩,٦) الأطياف الاهتزازية للغازات ١٩٤
(٩,٧) الأطياف الاهتزازية للمواد الصلبة ١٩٤
تمارين ١٩٨

الفصلالعاشر : التماثل والترابط ١٩٩
(١٠,١) الترابط من نوع -σ- في الجزيئات AX_n ١٩٩
(١٠,٢) الترابط من نوع -π- في الجزيئات AX_n ٢١٩
(١٠,٣) مدارات π الجزيئية للترانس بيوتاديين ٢٢٧
(١٠,٤) مدارات π الجزيئية للبيوتادياين الحلقي والبيوتاداين
الحلقي لثلاثي كربونيل الحديد ٢٣١
تمارين ٢٣٧

الفصل الحادي عشر : علم الأطياف الإلكتروني ٢٤١
مقدمة ٢٤١
(١١,١) قانون انتقاء التماثل ٢٤٢
(١١,٢) تماثل المستويات الإلكترونية الناتجة عن مدارات جزيئية
غير متساوية في الطاقة ٢٤٢
(١١,٣) تماثيل المستويات الإلكترونية الناتجة عن مدارات جزيئية
تتساوى في الطاقة : البنزين ٢٤٩
(١١,٤) الأطياف الإلكترونية لمتراكبات الفلزات الانتقالية ٢٥٣
تمارين ٢٦١

الفصل الثاني عشر : التماثل المداري والتفاعلات الكيميائية ٢٦٣
(١٢,١) التفاعلات الكهرو-حلقية ٢٦٤
(١٢,٢) تفاعلات الإضافة الحلقية ٢٧٥
تمارين ٢٧٩

الملاحق ٢٨١
الملحق (أ) : جداول الصفة وجداول الربط (التعالق) وخواص ضرب
التمثيلات غير القابلة للاختزال ٢٨١
الملحق (ب) : بعض الخواص المفيدة للمصفوفات المربعة ٢٩٨
الملحق (ج) : معلومات إضافية مفيدة ٣٠٣

إجابات التمارين ٣٠٧
المراجع ٣٣٣
ثبت المصطلحات ٣٣٥
كشاف الموضوعات (عربي - إنجليزي) ٣٣٥
كشاف الموضوعات (إنجليزي - عربي) ٣٥١