الكيمياء التحليلية

بعض الأسس النظرية لطرق التحليل الآلي

الأستاذ الدكتور عبد الغني حمزة - الأستاذ الدكتور محمد أحمد آشي
الدكتور عبد الفتاح بسطاوي - الدكتور عبد العزيز السباعي - الدكتور توفيق عميرة

قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة الملك عبد العزيز

مركز النشر العلمي
جامعة الملك عبد العزيز
ص ب ١٨٠٢٠٠ - جدة ٢١٥٨٩
المملكة العربية السعودية

© ١٤٢٧هـ (٢٠٠٦م) جامعة الملك عبدالعزيز
جميع حقوق الطبع محفوظة . غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء من هذا الكتاب ، أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أونقله على أية هيئة أو بأية وسيلة سواء أكانت إلكترونية،أم شرائط ممغنطة ، أم ميكانيكية ، أم استنساخاً ، أم تسجيلاً ، أم غيرها إلاغيرها بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .

الطبعة الأولى : ١٤٠٦هـ (١٩٨٦م)
الطبعة الرابعة : ١٤٢٧هـ (٢٠٠٦م)

ⓒ جامعة الملك عبدالعزيز ، ١٤٢٧هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

حمزة ، عبدالغني

الكيمياء التحليلية: بعض الاسس النظرية لطرق التحليل الآلي. /
عبدالغني حمزة - ط٤ . جدة ، ١٤٢٧هـ

٣٦٢ص ؛ سم

ردمك : ١ - ٤٦١-٠٦-٩٩٦٠

١- الكيمياء التحليلية أ. العنوان

ديوي ٥٤٦ ١٤٢٧ / ٣٠٧١

رقم الإيداع : ١٤٢٧ / ٣٠٧١

ردمك : ١ - ٤٦١-٠٦-٩٩٦٠

مطابع جامعة الملك عبدالعزيز

تقديم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين . . وبعد .

لقد أصبحنا الآن في عصر تتقدم فيه العلوم بصورة هائلة حيث تمكن الانسان بما حباه الله من أسباب المعرفة من غزو الفضاء الخارجي . وهناك محاولات دؤوبة لاستكشاف الكواكب الأخرى وكلنا يسمع عن نتائج التحاليل الكيميائية لصخور القمر والغلاف الجوى للكواكب المختلفة والتي تتم آليا بكفاءة ودقة عالية على بعد مئات الآلاف من الأميال ، حيث يتحكم العلماء من على سطح الأرض في الأجهزة المستخدمة . ومن الطبيعي أن تتم التحاليل الكيميائية بأجهزة متقدمة للغاية حتى تتمكن من القيام بهذا الكم الهائل من التحاليل في وقت قصير وبكل دقة وكفاءة .

ولقد أصبحت التحاليل الكيميائية مطلبا يوميا ، ويقاس تقدم الأمم في عصرنا الحالي بعدد التحاليل التي تجرى سنويا ، وزيادة هذا العدد من التحاليل يعتبر دليلا على مدى تقدم هذه الأمم . ومن الجدير بالذكر أن أعلى معدلات التحاليل الكيميائية موجود في الولايات المتحدة الأمريكية يليها الدول الأوروبية الأخرى .

ونظر لقصور طرق التحليل التقليدي (الطرق الحجمية والطرق الوزنية) عن تلبية هذا الطلب المتزايد من التحاليل كما وكيفاً ، كان من الضرورى الاتجاه الى استخدام طرق التحليل الآلي . ومع زيادة الطلب على التحاليل الكيميائية بما في ذلك التحاليل الطبية فقد طورت هذه الطرق وذلك بادخال نظام الحاسب الآلي في هذه الأجهزة لكي ينظم ويتحكم في التحليل مما وفر كثيراً من الوقت والجهد . ولايعني مطلقا ادخال طرق التحليل الآلي الاستغناء عن طرق التحليل التقليدي ، فان هذه الطرق كانت ومازالت الطرق القياسية المعتمدة للتقدير ، وتستخدم حتى الآن لمعايرة الأجهزة عند بدء تشغيلها .

وبالرغم من ظهور العديد من الكتب في مجال التحليل الكيميائي التقليدي الا أن وجود مراجع بالمكتبة العربية في التحليل الكيميائي الآلي يعتبر نادرا ، لذا فان وجود مرجع باللغة العربية في هذا المجال أصبح الآن مطلبا ملحا حتى يتمكن الطالب والباحث العربي من التحصيل العلمي الجيد ومتابعة كل مايستجد في هذا المجال . واستجابة منا للاتجاه السائد في بلادنا في الوقت الحاضر والذي يرمي الى تقديم العلوم باللغة العربية ، نتقدم بهذا المؤلف والذي حاولنا فيه توضيح الأسس النظرية لطرق التحليل الكيميائي الحديثة بصورة علمية مبسطة .

ويشتمل هذا الكتاب على خمسة أبواب رئيسية يعالج الباب الأول منها التحليل الطيفي بينما يعالج الباب الثاني طرق التحليل الكهربي في حين يعالج الباب الثالث طرق الفصل الكيميائي ، والباب الرابع يختص بطرق التحليل الاشعاعي ، والباب الخامس يشمل طرق التحليل الحراري . وينقسم كل باب الى عدة فصول تغطي معظم الطرق المعروفة في هذا المجال .

ولنا عظيم الرجاء في أن نكون قد وفينا الموضوع بعض حقه كما نأمل أن يجد الطالب والباحث العربي الفائدة المرجوة منه وأن نكون قد وفقنا في اضافة خطوة جديدة وجادة في مجال تعريب العلوم لكي نعيد للغة الضاد مكانتها ومجدها .

ويسرنا أن نتوجه بالشكر الجزيل لكل من ساعد في اخراج هذا الكتاب على هذا الوجه ، ونخص منهم الاستاذ جمال عبد الدايم الذي قام بالنسخ ، كما نشكر الاستاذ خميس سليمان الذي قام برسم الرسومات والمنحنيات .

والله نسأل أن يوفقنا لما فيه الخير لأبنائنا الطلاب .

المؤلفون

ربيع اول ١٤٠٦هـ

نوفمبر ١٩٨٥م

المحتويات

الباب الأول
الطرق الطيفية في التحليل الكيميائى

الفصل الأول : مقدمة للتحاليل الطيفية ٣

١ – ١ التفاعل بين المادة والطاقة ٣

١ – ٢ تجربة فرانك هيرتز ٥

١ – ٣ مستويات الطاقة في الذرة ٦

١ – ٤ امتصاص الجزيئات للطاقة ٧

١ – ٥ حركة الجزيئات ١٠

١ – ٦ الامتصاص الناتج عن انتقال الكترونات في الجزيئات والذرات ١١

١ – ٧ تأثير امتصاص الطاقة ١١

١ – ٨ قوانين الامتصاص الضوئي ١٢

١ – ٩ أسس التحاليل الطيفية ١٧

١ – ١٠ المصدر الضوئي ١٨

١ – ١١ اختيار طول الموجه ٢١

١ – ١٢ موحد طول الموجه ٢٢

١ – ١٣ الفتحات الضوئية ٢٦

١ – ١٤ الكشاف ٢٧

١ – ١٥ النظام ثنائي الشعاع ٣٠

الفصل الثاني : امتصاص وتألق الجزيئات في مجال الأشعة المرئية وفوق البنفسجية ٣٢

٢ – ١ الاثارة الالكترونية ٣٢

٢ – ٢ شكل منحنى الامتصاص الطيفي ٣٣

٢ – ٣ تطبيقات طرق الامتصاص الضوئي في مجال الأشعة المرئية وفوق البنفسجية ٣٤

٢ – ٤ التحاليل الكيفية ٣٧

٢ – ٥ حساب ثابت التأين وثوابت التفكك ٣٨

٢ – ٦ تعيين نسبة معدن الى مركب مخلبي في متراكب ٤٠
٢ – ٧ التحاليل الكمية ٤٢
٢ – ٨ خاصية الجمع للامتصاص ٤٣
٢ – ٩ المعايرة الضوئية ٤٥
٢ – ١٠ التألق والوميض الجزيئى ٤٩
٢ – ١١ الأسس النظرية ٤٩
٢ – ١٢ مقياس التألق ذو المرشح الضوئي ٥١
٢ – ١٣ أجهزة قياس طيف التألق ٥٣
٢ – ١٤ اخماد التألق ٥٤
٢ – ١٥ تطبيقات التألق الضوئي ٥٥
٢ – ١٦ الوميض الجزيئي ٥٦

الفصل الثالث : امتصاص الأشعة تحت الحمراء ٥٩

٣ – ١ مقدمة ٥٩
٣ – ٢ جهاز طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء ٦٢
٣ – ٣ المصادر الضوئية ٦٣
٣ – ٤ الكشافات ٦٣
٣ – ٥ تحضير العينات وأنواع الخلايا المتعددة ٦٤
٣ – ٦ التطبيقات التحليلية لامتصاص الأشعة تحت الحمراء ٦٥
٣ – ٧ التحليل البنائي ٦٧

الفصل الرابع : التحليل الطيفي للامتصاص الذري ٧٣

٤ – ١ تعريفات ومصطلحات ٧٣
٤ – ٢ امتصاص الذرات للطاقة ٧٤
٤ – ٣ انتاج الذرات الحرة ٧٥
٤ – ٤ ركيزة التحليل بالامتصاص الذري ٧٧
٤ – ٥ التصميم الأساسي للأجهزة المستخدمة ٧٨
٤ – ٦ التداخلات الكيميائية ٨٩
٤ – ٧ المتغيرات العملية التي تؤثر على حساسية التحليل الطيفي للامتصاص الذري ٩٢
٤ – ٨ التألق الذري ٩٩

الفصل الخامس : طيف الانبعاث ١٠٢

٥ – ١ مقدمة ١٠٢
٥ – ٢ اثارة العينة ١٠٢

٥ – ٣ تحضير الأقطاب والعينات ١٠٣
٥ – ٤ جهاز طيف الانبعاث ١٠٥
٥ – ٥ تعيين الخط الطيفي ١٠٦
٥ – ٦ التحاليل الكمية ١٠٧
٥ – ٧ تحاليل اللهب ١٠٨
٥ – ٨ مقارنة بين الامتصاص الذري والانبعاث الذري ١٠٩
لفصل السادس : الأشعة السينية ١١١
٦ – ١ مقدمة ١١١
٦ – ٢ مصدر انبعاث الأشعة السينية ١١١
٦ – ٣ التطبيقات التحليلية للأشعة السينية ١١٤

الباب الثاني
طرق التحليل الكهربائية

لفصل السابع : أساسيات في الكيمياء الكهربائية ١١٩
لفصل الثامن : طرق التحليل باستخدام الجهد الكهربائي ١٣٣
٨ – ١ نظريات القياسات الجهدية ١٣٣
٨ – ٢ مقياس الجهد ١٣٣
٨ – ٣ التطبيقات التحليلية لطرق قياس الجهد ١٣٧
٨ – ٤ المعايرات الجهدية ١٣٩
٨ – ٥ أجهزة المعايرة الاوتوماتيكية ١٥٢
٨ – ٦ الأقطاب المختارة ١٥٢
٨ – ٧ أقطاب الزجاج ١٥٤
٨ – ٨ أقطاب الانزيمات ١٥٦
٨ – ٩ أقطاب الغازات ١٥٧
٨ – ١٠ أقطاب الأملاح غير العضوية ١٥٨
٨ – ١١ الأقطاب المختارة المعتمدة على الاملاح العضوية كمواد فعالة ١٦٠
٨ – ١٢ مسائل ١٧٠
الفصل التاسع : طرق التحليل البولاروجرافي والمعايرات باستخدام التيار ١٧٢
٩ – ١ مقدمة ١٧٢
٩ – ٢ نظرية البولاروجرافي ١٧٣
٩ – ٣ القمم البولاروجرافية ١٧٦

٩ – ٤ تأثير الاوكسجين على التحليل البولاروجرافي ١٧٦
٩ – ٥ جهد نصف الموجة وأهميته ١٧٦
٩ – ٦ أنواع التيار في البولاروجرافي ١٧٨
٩ – ٧ معادلة الموجة البولاروجرافية ١٨٢
٩ – ٨ التطبيقات التحليلية للطرق البولاروجرافية ١٨٣
٩ – ٩ بعض الطرق الفولتاميترية الحديثة ١٩٠
٩ – ١٠ المعايرات باستخدام التيار ١٩٦
٩ – ١١ مسائل ١٩٩
الفصل العاشر : طرق التحليل بالترسيب الكهربائي وبقياس كمية الكهرباء ٢٠١
١٠ – ١ طرق التحليل بالترسيب الكهربائي ٢٠١
١٠ – ١ – ١ التحليل الكهربائي عند جهد ثابت ٢٠٣
١٠ – ١ – ٢ التحليل الكهربائي عند تيار ثابت ٢٠٣
١٠ – ١ – ٣ التحليل الكهربائي بالتحكم في جهد المهبط ٢٠٤
١٠ – ١ – ٤ خواص الرواسب الالكتروليتية ٢٠٥
١٠ – ٢ تطبيقات تحليلية ٢٠٦
١٠ – ٣ طرق التحليل بقياس كمية الكهرباء ٢٠٨
١٠ – ٣ – ١ الطرق المباشرة ٢٠٩
١٠ – ٣ – ٢ طرق المعايرة بقياس كمية الكهرباء ٢٠٩
١٠ – ٣ – ٣ تطبيقات تحليلية ٢١٠
١٠ – ٤ مسائل ٢١٢
الفصل الحادي عشر : طرق التحليل باستخدام التوصيل الكهربائي ٢١٤
١١ – ١ التوصيل الكهربائي ٢١٤
١١ – ٢ الجهاز والخلايا المستخدمة لقياس التوصيل الكهربائي ٢١٥
١١ – ٣ المعايرات باستخدام التوصيل الكهربائي ٢١٨
١١ – ٤ مسائل ٢٢٢

الباب الثالث
طرق الفصل الكيميائي

الفصل الثاني عشر : مقدمة عامة عن طرق الفصل الكيميائي ٢٢٥

الفصل الثالث عشر : طرق الفصل الاستخلاصي بالمذيب ٢٢٨
١٣ – ١ أسس هذه الطرق ٢٢٨
١٣ – ٢ كفاءة الاستخلاص ٢٢٩
١٣ – ٣ اختيارية الاستخلاص ٢٣٠
١٣ – ٤ الأنماط الاستخلاصية ٢٣٠
١٣ – ٥ الأجهزة المستخدمة ٢٣١
١٣ – ٦ أسئلة ومسائل ٢٣٤
الفصل الرابع عشر : طرق الفصل الكروماتوجرافي ٢٣٦
١٤ – ١ الأنماط المختلفة للفصل الكروماتوجرافي ٢٣٨
١٤ – ٢ الأسس النظرية لطرق الفصل الكروماتوجرافي ٢٤٠
١٤ – ٣ أسئلة ومسائل ٢٥٤
الفصل الخامس عشر : كروماتوجرافيا السوائل على الأعمدة ٢٥٦
١٥ – ١ طرق الادمصاص الكروماتوجرافي (سائل – صلب) ٢٥٧
١٥ – ٢ طرق الفصل الكروماتوجرافي بالتوزيع بين سائل وسائل ٢٦٣
١٥ – ٣ طرق الفصل الكروماتوجرافي عالي الكفاءة للسوائل ٢٦٤
١٥ – ٤ طرق الفصل الكروماتوجرافي بالاستبدال الايوني ٢٦٧
١٥ – ٥ طرق الفصل الكروماتوجرافي على مادة هلامية ٢٧٦
١٥ – ٦ أسئلة ومسائل ٢٧٨
الفصل السادس عشر : طرق الفصل الكروماتوجرافي المستوية ٢٨٠
١٦ – ١ الفصل الكروماتوجرافي على الورق ٢٨٠
١٦ – ٢ الفصل الكروماتوجرافي على طبقة رقيقة ٢٨١
١٦ – ٣ أسئلة ٢٨٥
الفصل السابع عشر : طرق الفصل الكروماتوجرافي للغازات ٢٨٦
١٧ – ١ الوسط المتحرك وجهاز التحكم في سرعته ٢٨٧
١٧ – ٢ نظام حقن العينة ٢٨٧
١٧ – ٣ عمود الفصل ٢٨٨
١٧ – ٤ المادة الصلبة المساندة ٢٨٩
١٧ – ٥ الوسط الساكن ٢٨٩
١٧ – ٦ التحليل الكيفي باستخدام كروماتوجرافيا الغاز ٢٩١
١٧ – ٧ التحليل الكمي باستخدام كروماتوجرافيا الغاز ٢٩٣
١٧ – ٨ أسئلة ومسائل ٢٩٦

الباب الرابع
التحليل الاشعاعي

الفصل الثامن عشر : طرق التحليل الاشعاعي ٣٠١

١٨ – ١ خواص الجسيمات الأولية ٣٠٢

١٨ – ٢ وحدات النشاط الاشعاعي ٣٠٤

١٨ – ٣ قانون التحلل الاشعاعي ٣٠٥

١٨ – ٤ الأخطاء في العد الاشعاعي ٣٠٥

١٨ – ٥ كشافات الأشعة ٣٠٩

١٨ – ٦ طرق التحليل بالتنشيط النيوتروني ٣١٤

١٨ – ٧ طرق التحليل بالتخفيف بالنظير ٣٢٠

١٨ – ٨ طرق التحليل بالقياس الاشعاعي ٣٢١

١٨ – ٩ الأمن الاشعاعي ٣٢١

١٨ – ١٠ مسائل ٣٢٢

الباب الخامس
طرق التحليل الحراري

الفصل التاسع عشر : طرق التحليل الحراري ٣٢٧

١٩ – ١ مقدمة ٣٢٧

١٩ – ٢ التحليل الوزني الحراري ٣٢٧

١٩ – ٣ التحليل الوزني الحراري التفاضلي ٣٣٥

١٩ – ٤ التحليل التفاضلي الحراري ٣٣٦

١٩ – ٥ التحليل التفاضلي الكالوريمتري ٣٣٨

١٩ – ٦ المعايرات الحرارية ٣٤١

١٩ – ٧ مسائل ٣٤٤

ملحقـــات : ٣٤٧

المراجع : ٣٥٩