٤٠

١٢٥

الكيمياء العضوية الأليفاتية

تأليـف
الدكتور عبدالله بن عبدالله حجـازي

أستاذ الكيمياء العضوية
كلية العلوم ـ جامعة الملك سعود

إصدار: النشر و المطابع ـ جامعة الملك سعود
ص.ب. : ٢٤٥٤ ـ الرياض ١١٤٥١ ـ المملكة العربية السعودية

الرقم ٥٩٦٩٠٤
رقم العهدة ١٥١٥٥٩

ⓒ ١٤٠٩ ـ ١٤١٨هـ (١٩٨٩ ـ ١٩٩٧م) جامعة الملك سعود

الطبعة الأولى: ١٤٠٩هـ (١٩٨٩م).

الطبعة الثانية: ١٤١٤هـ (١٩٩٣م) (مزيدة ومنقحة).

الطبعة الثالثة: ١٤١٨هـ (١٩٩٧م).

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
حجازي، عبدالله عبدالله
الكيميـــاء العضوية الأليفاتية. ط٣. ـ الرياض.
٧٨٤ص، ١٧x٢٤سم.
ردمك ٥ـ٣٠٧ـ٠٥ـ٩٩٦٠ (جلد)
٣ـ٣٠٨ـ٠٥ـ٩٩٦٠ (غلاف)
١ـ الكيمياء العضوية أ ـ العنوان
ديوي ٥٤٧,٤ ١٦/٢٣٢٧

رقم الإيداع: ١٦/٢٣٢٧

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره ـ بعد اطلاعه على تقارير المحكمين ـ في اجتماعه الرابع عشر للعام الدراسي ١٤٠٥/ ١٤٠٦هـ الذي عُقد بتاريخ ٦/ ٧/ ١٤٠٦هـ الموافق ١٦/ ٣/ ١٩٨٦م، ثم وافق المجلس على إعادة طباعته للمرة الثانية في اجتماعه السابع عشر للعام الدراسي ١٤١١/ ١٤١٢هـ الذي عُقد بتاريخ ٢٣/ ١٠/ ١٤١١هـ الموافق ٧/ ٥/ ١٩٩١م. ثم وافق المجلس العلمي على إعادة طباعته للمرة الثالثة في اجتماعه الثاني للعام الدراسي ١٤١٦/ ١٤١٧هـ الذي عُقد بتاريخ ٤/ ٥/ ١٤١٦هـ الموافق ١٥/ ١٠/ ١٩٩٥م.

مطابع جامعة الملك سعود

مقدمة الطبعة الثالثة

إن الحمد لله نحمده ونستعينه ونستغفره، ونعوذ بالله من شرور أنفسنا ومن سيئات أعمالنا، من يهده الله فلا مضل له، ومن يضلل فلا هادي له، وأشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له، وأشهد أن محمداً عبده ورسوله.

وبعد فإنه لمن دواعي الغبطة والسعادة والسرور أن تنفد الطبعة الثانية خلال مدة وجيزة، وأن يكون الإقبال على الكتاب، حتى خارج أسوار الجامعة، جامعة الملك سعود، إقبالاً يدعو للابتهاج. فقد بذل في الطبعة الثانية جهدٌ كبير في المتن والإخراج.

أما المتن فقد تضاعف حجم الكتاب مادة وحلولاً للتمارين والمسائل التي تضمنتها الطبعة الأولى؛ الأمر الذي جعل المؤلف يقتصر عمله في الطبعة الثالثة على تعديل ما سقط سهوًا من أخطاء مطبعية أو غُفِل عنه في ألوان الرموز والصيغ في معادلات التفاعلات، إلى جانب تعديل بعض الفقرات بما يتناسب مع التمارين والمسائل الإضافية التي وردت في الطبعة الثانية.

وأما الإخراج* فكان إخراجًا يحاكي، إلى حد كبير، الكتب الأجنبية في البلاد المتقدمة المتطورة.

وهذان العاملان: المادة العلمية وعرضها مسبوكة بأسلوبٍ عربي بَيّن، والإخراج الفني الجميل، عاملان كافيان في جذب الانتباه: انتباه الطالب وأهل الاختصاص على حد سواء.

إن ظاهرة الوعي بأهمية تدريس العلوم الطبيعية والهندسية والطبية، ظاهرة يلحظها الأستاذ الجامعي من خلال ازدياد الترجمة والتأليف للكتب العلمية بمجالاتها المتنوعة، ولاسيما في العقدين الأخيرين. وهذا ما يدعو إليه المخلصون، الذين يعون

* ولا يسعني، بهذا الصدد، إلا أن أشكر العاملين في قسم النشر العلمي والمطابع على ما بذلوه من جهدٍ في إخراج هذا الكتاب على الوجه المرضي للطالب والأستاذ.

أن الإبداع المرجو من طلاب العلوم لن يتحقق ما لم يزل عائق اللغة. فما صلح للسلف يصلح للخلف. والرجوع إلى التراث وما خلّفه السلف من ابتكاراتٍ ومؤلفاتٍ، ما كان إلا إثر الجهود الجبارة التي بذلها المترجمون والكتّاب - بدعم من الحكام - في نقل العلوم التجريبية والهندسية والطبية إلى اللغة العربية. وهكذا بدأ المبدعون يظهرون بدءاً من القرن الثالث الهجري، حتى إذا كان القرن الرابع الهجري، كان المبدعون في مجال التأليف والتصنيف والاكتشافات أكثر من أن يحصوا. فكان هذا التراث الضخم الذي غدا - بعد أن نقل معظمه إلى اللاتينية - نبراس النهضة العلمية العارمة التي اجتاحت بلدان الغرب في القرنين الماضيين.

«وإذا نحن نظرنا إلى العلم العربي من وجهة نظر التطور الإنساني عموماً، وجدنا أن الثقافة العربية الإسلامية كانت ذات أهمية بالغة، ذلك لأنها تؤلف الصلة الأساسية بين الشرق الأدنى وبين الغرب، ثم بين الشرق الأوسط وبين آسية البوذية»[1].

ويذكر جورج سارطون في موضع آخر دور اللغة العربية العظيم في استيعاب واحتواء مفردات العلوم كافة في تلكم الأحقاب وأنها كانت **«في أثناء العصور الوسطى، فعلاً، أكثر اللغات التي تكلمها البشر انتشاراً. ولم يتكلم اللغة العربية ويكتب فيها شعوب من أمم مختلفة (في الشرق والغرب) فحسب، بل (وهذا بخلاف اللاتينية) قد استخدمها شعوب تدين بأديان متعددة»**[2].

بل إنّ روّاد النهضة العلمية في أوروبا وبناتها كانوا يصرون على تعلم اللغة العربية، إذا ما أراد أحدهم فهم العلوم آنئذ، من ذلك قول روجر بايكون الانكليزي (ت ٦٩٢هـ/ ١٢٩٢هـ)، وهو ممن يُعدّ في الأوساط العلمية الغربية، رائد العلوم التجريبية: «**أعجب ممن يريد أن يبحث في الفلسفة** (وكانت تشمل العلوم الكونية والهندسية والتجريبية...) **وهو لا يعرف اللغة العربية**»[3].

ما أشبه اليوم بالبارحة، وما أحوجنا إلى نقل العلوم والتقنية الحديثة إلى اللغة العربية لتقوم هذه اللغة بتأدية جوانب مهمة من دورها الطبيعي. **فقد آن أن تصبح**

---

(١) الثقافة الغربية في رعاية الشرق الأوسط، محاضرة ألقاها جورج سارطون شيخ مؤرخي العلوم في مكتبة الكونغرس الأمريكي عام ١٣٧٠هـ (٢٩/ ٣/ ١٩٥٠م)، ترجمها عن الانكليزية د. عمر فروخ ونشرتها مكتبة المعارف في بيروت عام ١٣٧٢هـ/ ١٩٥٢م. ص٥٧.

(٢) المصدر السابق، ص٥٩.

اللغة العلمية العربية جزءاً من حياتنا اليومية في المدرسة والبيت والمصنع، وأن تغدو مصطلحات العلم والحضارة - باللغة العربية - قسمًا حيويًا من ثقافة الصانع والطالب والمعلم والمهندس والطبيب والأديب. وهذا يدعو إلى الاهتمام باللغة العربية تدريسًا وتحصيلاً بدءًا من المدرسة وحتى الجامعة، إذ أن الضعف اللغوي ظاهرة لا تساعد المدرس ولا الأستاذ أن يعرض موضوعه بلغة عربية سليمة، فضلاً عن أن الترجمة والتأليف لا يكونان بالمستوى المنشود، مما يَحُدّ من الانتفاع من كتاب تكسَّرت فيه الجمل واضطربت المفردات. والمطلع على كتب التراث يحسب أن المؤلف في الهندسة أو الطب أو الرياضيات أو الكيمياء، يحسبه أديبًا من الأدباء أو شاعرًا من الشعراء.

هناك نقطة أخرى مهمة لا يجوز أن نغفلها ونحن بصدد اللغة، ألا هي التباين والاضطراب في وضع المصطلحات الكيميائية. فقد ترتب على تنوع المدارس التي تلقى الكيميائيون علومهم فيها أن ينتصر بعضهم إلى لغة تلك المدرسة. فتعددت بذلك المدارس: المدرسة الانكليزية والمدرسة الفرنسية والإيطالية والألمانية... إلخ. وهذا الأمر يعد ظاهرة صحية لو ضبطت الأمور وأخذت الطريق الصحيح.

حينما شعر كيميائيو الدول الأوروبية أواخر القرن الميلادي السابق بتدفق سيل المركبات الكيميائية الجديدة، وجدوا أنّ الحل الأمثل في ضبط الأمور واحتوائها، قبل أن تستشري، هو أن يلتقوا في مؤتمرات، يبحثون أمرها فيها. وبالفعل عقدوا مؤتمرهم الأول قبل نيّف ومائة سنة (تحديدًا عام ١٣١٠هـ/ ١٨٩٢م)، خرجوا منه بنقاط أساسية كانت المنهج الرئيس في تسمية المركبات الكيميائية ومصطلحاتها.

)

(

. فإذا كان كيميائيو الدول المتطورة قد اتفقوا على اللغة اللاتينية - اليونانية فحسب، فحريٌّ بكيميائي البلاد العربية ألاّ ينتصر أحدهم للغة دون أخرى. حريٌّ بهم أن يتخذوا اللغة اللاتينية - اليونانية أساسًا في تسمية المصطلحات الكيميائية، إذا تعذر إيجاد البديل في اللغة العربية، وحريّ بهم كذلك أن يأخذوا بالنقاط التي اتفق عليها كيميائيو الدول المتطورة، بحيث تخضع لقواعد اللغة العربية (نحوها وصرفها)، تمامًا كما يخضعها كيميائيو الدول الأخرى لقواعد لغاتهم.

---

(٣) تاريخ العلوم عند العرب، د. عمر فروخ من منشورات دار العلم للملايين - بيروت سنة ١٩٨٠م، ط٣، ص٤١٤.

وبالطبع يتطلب مثل هذا العمل أن يُبْحثَ في تراث السلف، أو في جذور الكلمات اللاتينية، فقد يكون بعضها ذا جذور عربية كما لاحظتُ ذلك من قريب في اسمي العنصرين Na و K، فقد ورد في المعجم دودن Duden «كتاب المفردات الغريبة Fremdwörterbuch» أن اسم العنصر Na عربي الأصل، نقل فيما بعد إلى اللاتينية باسم ناتريوم Natrium وكذلك اسم العنصر K كاليوم Kalium، وهما الاسمان اللذان يرجع إليهما الرمز Na و K.

وبعد فإنه لا غنى - إذا ما أريد تضييق شقة الاختلافات بين المؤلفين في المصطلحات وتسميتها - عن عقد ندوات ولقاءات كيميائية دورية، تُدْرَسُ فيها المستجدات وتوضع الضوابط. وبذلك يغدو الكتاب الكيميائي المؤلَّف في المغرب العربي، لا يختلف عن الكتاب المؤلَّف في المشرق العربي، اللهم إلا بالإخراج أو بطريقة عرض المعلومات.

وأخيرًا لا يفوتني أن أشكر كثيرًا من طلابي الذين كانوا ولا يزالون وسيبقون رصيدي في تنقيح هذا الكتاب حتى يقرب - بإذن الله - من الغاية المنشودة فيه وهي أن يكون مرجعًا مفيدًا لمن أراد فهم أسس الكيمياء العضوية ومفاهيمها الواسعة. والله أسأل العون والسداد، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

وإتمامًا للفائدة أضع بعض الحروف اللاتينية مع لفظ كل منها، فلقد تَقَيَّدْتُ بها في وضع الألفاظ العربية للمصطلحات الكيميائية العضوية التي وردت في كتابي هذا. فضلا عن أني أتوخى أن تسهم - إذا ما تَقيَّد المؤلفون بها وبنطقها - في توحيد المصطلح الكيميائي. والله الموفق.

الحرف اللاتيني a يلفظ **أ**، تمامًا كما يلفظ a في الكلمة الانكليزية about

الحرف اللاتيني e يلفظ **إ**، تمامًا كما يلفظ a في الكلمة الانجليزية ate

الحرف اللاتيني i يلفظ **إي**، تمامًا كما يلفظ في الكلمة الانكليزية field

الحرف اللاتيني u يلفظ **أو**، تمامًا كما يلفظ حرفا العلة oo في الكلمة الانكليزية food و foot

الحرفان th يلفظان معًا ت(تاء) خفيفة أحيانًا، ومشددة أحيانًا بحيث تقرب من الحرف ط.

عبدالله بن عبدالله حجازي

الرياض ١٨ رمضان ١٤١٧هـ - الموافق ٢٧/ ١/ ١٩٩٧م

مقدمة الطبعة الثانية

الحمد لله حمدًا طيبًا مباركًا فيه والصلاة والسلام على خير خلق الله، سيدنا محمد بن عبدالله وعلى آله وصحبه، ومن اهتدى بهديه، وسار على نهجه والتزم بتعاليمه وبعد:

فإنه لا يسعني، وأنا أكتب مقدمة الطبعة الثانية من كتاب «الكيمياء العضوية الأليفاتية»، إلا أن أحمد الله سبحانه وتعالى على نعمه الكثيرة عليّ، في كل شؤون حياتي، وعلى نعمة التوفيق التي حظي بها هذا الكتاب. فلم يمض سوى أقل من ثلاث سنوات، على ظهور الطبعة الأولى، حتى نفدت نسخه نهائيًا في سوق محدودة لا تتجاوز سوق طلاب جامعة الملك سعود. فكيف لو اطلع عليه طلابٌ من الجامعات الأخرى في المملكة العربية السعودية، أو لو وصل إلى أيدي طلاب بعض الجامعات في البلاد العربية؟

فلله الحمد والمنة...

ولعلَّ من الأسباب الملحة التي أدت إلى نفاد نسخ الطبعة الأولى، خلال هذه المدة القصيرة، رغم أن سوق الكتاب محدودة إلى حد ما، تعطش طلابنا للوقوف على العلوم الكونية (والعلم التجريبي منها) بلغة عربية أصيلة، تسوق لهم الحقائق العلمية وتفسيراتها بأسلوب عربي، يساير ذوقهم ويغنيهم عن هدْر ثلث عمرهم - وهم في ربيع العمر - بحثًا عن الكلمات الغريبة التي تصادفهم، حينما تكون الكتب الأجنبية مصادرهم. ومع هذا فهم لا يخرجون من معركة فتح القواميس إلا بمعاني كلمات، قد تتفق مع المدلول العلمي وقد تجانبه.

ولا أنكر أن هناك من المدرسين من يعُوِّل على الكتب الأجنبية كثيرًا، ومنهم من لا يرضى عنها بديلاً، بل يصر على تدريس العلوم التجريبية وغيرها من العلوم الكونية بلغة أجنبية. وحجة بعضهم ـ سواء كانوا جادين أم غير جادين ـ أن المكتبة العربية تفتقر إلى المصادر العربية والمراجع باللغة العربية من جهة، وعقبة المصطلحات التي لم تُعرَّب بعد من جهة أخرى.

ولَعَمْرُ اللهِ، إنها حجة واهية؛ وهل ينتظر من المجمع اللغوي، أن يكتب في علوم بعيدة عن اختصاصه؟ أم يتوقع منه أن يُعرِّب مصطلحات لا يعرف مدلولاتها العلمية؟ إنه لابد من وجود فئة من أهل الاختصاصات الكونية، تضحي براحتها وبترقياتها، مادام أنه لم يلتفت بعد إلى أهمية الترجمة والتأليف حتى الآن ـ والترجمة والتأليف أمران شاقان لا يعرف كيف يستهلكان العمر والوقت إلا من مارسهما ـ لابد من وجود هذه الفئة حتى تخدم الأجيال القادمة ومن ثم تخدم هذه الأمة الكريمة؛ إذ لا يعقل قط أن الأجيال التي ستتعاقب سترضى عن الوضع الراهن،[1] بل ربما حَمَّلَتْنا مسؤولية التخلف والتأخر الذي هو سمة حاضر هذه الأمة فيما يتعلق بالعلوم الكونية.

فضلاً عن ذلك، فإن المتقصي والمتتبع لأمر المصطلحات العلمية سيقف على حقيقتين لا ثالثة لهما:

١ ـ إما أنها مصطلحات منهجية وضعت بناء على قواعد وأسس معينة، اعتمد في وضعها ـ حين افتُقِر إلى لغة عالمية ـ على اللغة اللاتينية الميتة وشيء من اللغة اليونانية، ولم يتخذ واضعوها هذه القواعد والأسس ـ وهم يمثلون، بالنسبة لعلم الكيمياء، كبار كيميائيي الدول المتطورة والمتقدمة في علوم الكون ـ اللغة الإنجليزية، على الرغم من سعة انتشارها، الأصلَ والأساسَ في وضع المصطلحات... (وأنَّ للغة

(١) ومما يجدر ذكره، بهذه المناسبة، أننا لا نجد أمة اعتمدت جامعاتها لغة غير اللغة القومية لتلك الأمة، اللهم إلا البلاد العربية، باستثناء سوريا، التي اعتمدت اللغة العربية لغة التدريس في جميع المستويات وجميع التخصصات منذ أكثر من سبعين عاما.

الانجليزية أو أي لغة في الدنيا أن تستوعب في كل يوم آلافا من المصطلحات، ولا أدل على ذلك من أنَّ المصطلحات الكيميائية المنهجية بلغت، حتى يوم ١٠ آب (أغسطس) عام ١٩٩١م، ٣٧٥ ١٧٣ ١١ مصطلحًا) . . . بل اعتمدوا منهجًا معينًا، ينبغي التقيد به في وضع المصطلح، ولكلٍّ منهم الحريةُ في ضبط المصطلح وفقًا لقواعد لغة أمته.

٢ ـ أو أنها مصطلحات، لا ترجع إلى منهج معين، ولكنها ترجع إلى لغة من اللغات الأوروبية وضعت عن طريق الاقتباس أو الاشتقاق أو النحت. . . إلخ وهذه المصطلحات لا تسبب معضلة بالنسبة للجادين من أهل الاختصاص؛ فاللغة العربية أسمى من أن تُتَّهَمَ بالقصور في الاقتباس أو الاشتقاق أو النحت. . . إلخ، أو في المفردات. كل ما يقتضيه الحال أن يُقَيِّضَ الله لهذه اللغة رجالاً يبحثون في بطون الكتب، وبخاصة المخطوطة منها، التي تتناول العلوم الكونية، وما أكثرها، وما أحوجها إلى من ينفض عنها التراب الكثيف الذي تراكم عليها، وسيجدون ضالتهم في كثير من الأحيان، ﴿ وَلَا يُنَبِّئُكَ مِثْلُ خَبِيرٍ ﴾. (فاطر، الآية ١٤).

وبدهي أن أتقيد بالقواعد والأسس التي وضعها علماء الكيمياء خلال مؤتمراتهم المتكررة المعروفة بقواعد مؤتمرات جنيف (IUPAC)، وبدهي أيضًا أن استخدم ضوابط اللغة العربية، تمامًا كما يفعل كيميائيو البلاد غير الناطقة باللغة الانجليزية. فليس غريبًا إذن، أن أعتمد لفظ المقاطع والأسماء في المصطلحات، كما تلفظ باللغة التي ترجع إليها، وبخاصة إذا تعذر عليّ البديل باللغة العربية. ولهذا فقد أسقطت من حسابي كل مقطع دخيل على قواعد التسمية المنهجية، من ذلك مثلاً «يك» و«وز»، إذ ليس لها أي مدلول كيميائي قط (ارجع إلى مقدمة الطبعة الأولى). وكذا فعلت في لفظ الحروف الأبجدية (th, u, a, e, i)، فلفظتها أو بالأحرى وضعت ما يقابل لفظها باللاتيني وليس باللغة الإنجليزية وعليه تأخذ ما يقابلها (إي، إ، أ، أو، ت) أما فيما يتعلق بتقريب المصطلح الفني غير المنهجي فقد انتفعت مما ورد في كتاب[1]:

---

(١) عني بإخراجه والتقديم له والتعليق عليه الدكتور إبراهيم السامرائي، نشرته مؤسسة الرسالة، بيروت عام ١٤٠٥هـ (١٩٨٥م).

في التعريب و«المعَرَّب»
وهو المعروف بـ «حاشية ابن بري» (المتوفَّى عام ٥٨٢هـ)
على كتاب «المعرَّب» لابن الجواليقي (المتوفَّى عام ٥٤٠هـ)

فقد ذكر ص ٢٢ فيه تحت عنوان «باب معرفة العرب في استعمال الأعجمي»: «اعلَمْ أنَّهم كثيرًا ما يجترئون على تغيير الأسماء الأعجمية، إذا استعملوها فيبدلون الحروف التي ليست من حروفهم إلى أقربها مخرجًا، وربَّما أبْدَلوا ما بَعُدَ مخرجُه أيضًا والإبدال لازم لئلا يُدْخِلوا في كلامهم ما ليس من حروفهم. . .».

وفي الكتاب أمثلة هنا وهناك على هذا النمط من المصطلحات.

عودًا على بدء، فقد كان مما قمت به في هذه الطبعة ما يأتي:

١ ـ صوبت الأخطاء المطبعية التي وقعت في الطبعة الأولى.

٢ ـ عملت، في نهاية كل فصل، ملخصًا بأهم نقاط الفصل، ثم موجزًا بأهم التفاعلات الواردة فيه.

٣ ـ وضعت، في نهاية الكتاب، حلولاً للتمارين والمسائل التي جاءت عقب كل فصل في الطبعة الأولى.

٤ ـ نقحت كثيرًا من الفقرات في معظم فصول الكتاب تقريبًا.

٥ ـ وضعت لكل فصل «أسئلة وتمارين ومسائل إضافية» وهي جامعة شاملة، تزيد الطالب عمقًا في الكيمياء العضوية، وتتدرج من السهل إلى الصعب فالأصعب.

وأخيرًا فإن رسول الله، صلوات الله وسلامه عليه، علمنا أن من لا يشكر الناس لا يشكر الله، وطلابي بوجه عام والطلاب: عبدالله أبو حديد ومحمد الفاروق البارودي وعبدالرحمن الربيعة وغسان تاج الدين أمين، بوجه خاص، يستحقون مني الشكر الجزيل؛ إذ لم يكن بوسعي أن أتدارك الأخطاء المطبعية التي وردت في الطبعة الأولى، لولا إسهاماتهم الطيبة في لفت نظري إليها، فجزاهم الله خيرًا وثبتني وإياهم على الحق المبين.

كذلك لا يسعني إلا أن أشكر الأخ الكريم الدكتور عبدالرحمن الحسيني في قسم الكيمياء بجامعة الملك فهد؛ فلقد كان لملاحظاته التي كتب بها إليَّ أعمق الأثر الحميد في نفسي فله جزيل الشكر على ذلك.

وبعد: فإني أقر باغتباط وسعادة أنه ما كان لي أن أحقق النقاط الخمس السابقة لولا ما أكرمني به الله من برِّ ولدي عبدالرحمن وشقيقته التوأم هبة. فلقد أمضيا ـ على الحاسب الآلي «الكمبيوتر» ـ شهوراً وهما يكتبان الصيغ والمعادلات وتفسيراتها، ويقومان برسم الأشكال التي أدخلت في الكتاب لأول مرة، حتى جاءت الطبعة الثانية متناسقة ومتجانسة بما يريح العين والفؤاد. فالله أسأل أن يوفقهما لكل خير وأن يحفظهما من كل سوء.

وأخيراً... لك الحمد يارب على نعمتك التي لا تحصى، وأسألك يا إلهي أن تبارك في هذه الطبعة... فإنه لا يعلم سواك ـ سبحانك ـ مدى لهفتي إلى الأيام التي أشهد فيها أمتي وقد تألقت فيها نهضة علمية تجريبية وهندسية وطبية، بلغة عربية فصيحة جميلة، لغة كتابك العظيم ونبيك الكريم عليه أفضل الصلاة وأتم التسليم. وآخر دعوانا أنِ الحمد لله رب العالمين.

المؤلف

الرياض في ٢٤ رجب ١٤١٣هـ

الموافق ١٧ كانون الثاني (يناير) ١٩٩٣م

مقدمة الطبعة الأولى

الحمد لله حمدًا طيبًا مباركًا فيه والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، اللهم لا سهل إلا ما جعلته سهلًا وأنت تجعل الحزن إن شئت سهلًا وبعد:

فإنه لمن دواعي الغبطة والسرور أن تتضافر القوى في جامعتنا الحبيبة (جامعة الملك سعود) على خدمة لغة كتاب الله الكريم، اللغة العربية الأصيلة، فتدعو أهل الاختصاص في مجالات العلوم المختلفة، وبخاصة العلوم التجريبية، إلى وضع كتب لأبنائنا الأعزاء بلغتهم الكريمة، فاتحةً بذلك باب خير واسع، سيأتي بالثمار الناضجة والفوائد الجمة عما قريب إن شاء الله. فما من شك ولا ريب أن وجود كتاب علمي بين يدي الطالب يفهم لغته، ولا يكلفه فتح القواميس عند كل صفحة، بل عند كل سطر أحيانًا، يسهم ـ على المدى البعيد ـ إسهاما عظيما جليلا في استيعابٍ أفضل للعلوم التجريبية وانتشار معالمها وخطوطها الكبرى بين الناس، كما يسهم في اتساع الثقافة وعموم المعرفة، فضلًا عن أنَّ وجود مثل هذا الكتاب، يرسخ في ذهن الطالب العربي أن اللغة العربية، بما حباها الله من فضل وعناية، لا تقتصر على الإنشاء والشعر كما يحلو لأعدائها أن يصفوها به، وإنما هي لغة لكل شيء ولأدق شيء، بل هي كما قال عنها حافظ إبراهيم:

وسعت كتـاب الله لفـظًا وغـايةً ... ومـا ضقـت عن آي به وعـظات
فكيف أضيق اليوم عن وصف آلـةٍ ... وتـنـسـيق أسـماء لمخـترعـات
أنـا البحـر في أحشـائه الدر كامن ... فهـل سألـوا الغواص عن صدفاتي

والحق، أن قضية عبء المصطلحات العلمية التي تستجد كل يوم، ليست قضية اللغة العربية وحدها وإنما هي قضية كل لغة من لغات البلدان والدول التي شقت طريقها أو أخذت تشق طريقها في خضم العلوم التجريبية الحديثة، وإذا توافر لبعض لغات الدول المتقدمة في هذه العلوم مؤسسات ورجال خدموا لغتهم خدمةً جليلة فذللوا الصعاب وأزالوا العقبات، فإني لأدعو الله جل وعلا أن يكون في هذه الخطوة المباركة التي خطتها جامعتنا الحبيبة ما يحقق النفع الكبير المرجو في هذه الكتب لتسد ثغرة، كانت ولا تزال ثغرة مؤلمة موجعة لكل من يغار على مستقبل أمته ونهضة بلاده ويحرص أن تكون السيادة والقيادة للغة هذه الأمة الخيرة، لغة القرآن الكريم.

والكتاب الذي بين أيدينا «الكيمياء العضوية الأليفاتية» يمثل حصيلة خبرة سنين طويلة في جامعة الملك سعود ذاتها، لم يُلْقِ صاحبُه - على امتداد تسعة عشر عامًا - محاضرةً واحدةً بغيرِ اللغة العربية، ولهذا يأمل مؤلف هذا الكتاب الذي حُدِّدَتْ موضوعاته بحيث تقتصر على:

- مدخل في الكيمياء العضوية.
- فمركبات الكربون الهيدروجينية، فمشتقات هذه المركبات وبخاصة الهاليدات والأغوال (الكحولات) والإيترات والألدهيدات والكتونات والحموض العضوية ومشتقاتها والأمينات.

يأمل أن يجد الصدى المناسب مع ما بذل في تأليف هذا الكتاب من جهدٍ ومشقة.

ولقد كانت خطتي فيه تجاه المصطلحات العلمية، أن أتقيد بما اتفق عليه عالميًّا وأن آخذ بقواعد النحو العربي، حينما يأخذ الآخرون بقواعد النحو في لغاتهم، ولهذا لم استخدم المقطع (يك) الذي يحلو لكثير من كيميائيينا أن يرفقوه باسماء بعض المركبات، مثل كلوريد الحديد (يك) $Fe\,Cl_3$ (ferric chloride) وحمض الكبريت (يك) (sulfuric acid $H_2\,SO_4$ وحمض الخل (يك) CH_3COOH (Acetic acid) . . . الخ، وهو ما يقابل مقطع النسبة أو الإضافة في اللغة الإنكليزية، وليس له ولا للمقطع ous الذي يفيد

الصفة والتصغير، بل النسبة أحيانًا، ليس لهما أي مدلول علمي، وإنما يقتصر مدلولهما على الناحية اللغوية فقط، والأمثلة على ذلك أكثر من أن تحصى (atom → atomic energy) base → basic state, Arab → Arabic language) وكذلك (gas → gaseous, vary → various, danger → dangerous) الأمر الذي اقتضى أن تُستبدل ياء النسبة أو التصغير بالواو والزاي التي جرت العادة على استخدامهما في تسمية كثير من المركبات كـ $FeCl_2$ (ferrous chloride) و H_2SO_3 (sulfurous acid) وغيرهما كثير، أو لا هذا ولا ذاك وإنما تذكر درجة تكافؤ العنصر الأساسي كأن يقال كلوريد الحديد الثنائي وحمض الكبريت الرباعي . . . الخ .

ولست أدعي أني جئت بما لم يأت به أحد، كما لا أدعي الكمال، فقد أبت مشيئة الله وعنايته ألا يخلو كتاب من عيب أو خطأ، إلا كتابه جل وعلا، وكلنا نسعى وراء الأفضل والأحسن الذي يتم من خلال النصح المتبادل والنقد البناء، لذا فإني سأكون شاكرًا لكل أخ زميل على أي نصيحة يسديها أو نقد شريف يبديه، فلعلنا بذلك نشق طريقًا واضحًا تنتفع به الأجيال القادمة، فتسير فيه على ضوء وخطى سديدة .

والله أسأل أن يتقبل مني عملي هذا ويطرح البركة والنفع فيه وأن يجعله عملاً صالحًا يتشفع لي يوم لا ينفع مال ولا بنون إلا من أتى الله بقلب سليم، وآخر دعواي أن الحمد لله رب العالمين .

المؤلف

المحتويات « مختصرة »

صفحة

مقدمة الطبعة الثالثة ..... هـ
مقدمة الطبعة الثانية ..... ط
مقدمة الطبعة الأولى ..... س
قائمة تفصيلية بمحتويات الكتاب ..... م
المدخل ١
الفصل الأول: الألكانات ٥١
الفصل الثاني: النفط ١٢٩
الفصل الثالث: الألكنات ١٣٥
الفصل الرابع: الألكينات أو الأستيلنات ٢١٧
الفصل الخامس: الهاليدات الألكيلية ٢٦١
الفصل السادس: الأغوال ٣٢١
الفصل السابع: الإيثرات ٣٨١
الفصل الثامن: الألدهيدات والكتونات ٤١٥
الفصل التاسع: الحموض الكربوكسيلية ٤٨٩
الفصل العاشر: مشتقات الحموض الكربوكسيلية ٥٣١
الفصل الحادي عشر: الأمينات ٥٨٠
حلول تمارين ومسائل الفصول ٦٣١

مراجع مختارة ٧٣٣
بيان بمشتقات لاتينية يونانية ٧٣٤
ثبت المصطلحات العلمية (إنجليزي ـ عربي) ٧٣٥
كشاف المفردات ٧٤٥

المحتويات « تفصيلية »

صفحة

المدخل

تنقية المواد العضوية ٤
تعيين التركيب الجزيئي لمركب عضوي ١٠
بنية الذرة ومبادىء الميكانيك الموجي ١٥
بنية ذرة الفحم في الميثان وظاهرة التهجين ٣٣
رابطة π في الرابطة المضاعفة ٣٨
تصنيف (تقسيم) المركبات العضوية والمجموعات الوظيفية ٤٢
مركبات الفحم الهيدروجينية ٤٥
أسئلة وتمارين في التركيب البنائي ٤٦

الفصل الأول : الألكانات

١ ـ ١ ظاهرة التماكب ٥٢
١ ـ ٢ تسمية المركبات الألكانية ٥٤
١ ـ ٣ خواص الألكانات الفيزيائية ٥٩
١ ـ ٤ حرية الدوران حول الرابطة الأحادية فحم ـ فحم ٦١
١ ـ ٤ ـ ١ طريقة الكرات والقضبان القصيرة ٦٢
١ ـ ٤ ـ ٢ طريقة الأبعاد الفراغيه ٦٢

صفحة

١ - ٤ - ٣ طريقة مسقط نيومان ٦٣
١ - ٥ مصادر الألكانات وتحضيرها ٧٠
١ - ٥ - ١ من هدرجة المركبات غير المشبعة ٧٠
١ - ٥ - ٢ من الهاليدات الألكيلية ٧١
١ - ٥ - ٣ من أملاح الحموض العضوية ٧٥
١ - ٦ تفاعلات المركبات الألكانية ٧٥
١ - ٦ - ١ التفكك الحراري أو قوة روابط الألكان ٧٦
١ - ٦ - ٢ هلجنة المركبات الألكانية ٨٢
١ - ٦ - ٣ الكلورة عن طريق كلوريد السولفوريل ٨٧
١ - ٦ - ٤ إدخال مجموعة كلوريد السولفونيل ٩٠
١ - ٦ - ٥ النيـــترة ٩١
١ - ٧ بعض الألكانات مفتوحة السلسلة ٩٢
١ - ٧ - ١ الميثـــان ٩٢
١ - ٧ - ٢ الإيثان والبروبان والبوتان ٩٦
١ - ٧ - ٣ الـبـــنزيـــن ٩٦
١ - ٨ الألكانات الحلقية ٩٨
١ - ٨ - ١ تسمية المركبات الألكانية الحلقية ٩٩
١ - ٨ - ٢ خواص الألكانات الحلقية ١٠٢
١ - ٨ - ٣ دراسة المركبات الحلقية الأولى ١٠٥
١ - ٨ - ٣ - ١ البروبان الحلقي ١٠٥
١ - ٨ - ٣ - ٢ البوتان الحلقي ١٠٥
١ - ٨ - ٣ - ٣ البنتان الحلقي ١٠٦
١ - ٨ - ٣ - ٤ الهكسان الحلقي ١٠٧
١ - ٩ أهم نقاط الألكانات ١١١
١ - ١٠ تمارين ومسائل ١١٦

صفحة

١ ـ ١١ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الألكانات ١٢٠

٢ ـ ١ استخراج النفط ١٢٩
٢ ـ ٢ مكونات النفط وأهمية الغاز الطبيعي ١٣٠

٣ ـ ١ تسمية المركبات الألْكِنية ١٣٦
٣ ـ ٢ خواص الألكِنات الفيزيائية ١٣٩
٣ ـ ٣ التركيب الهندسي لجزيء الإتيلن ١٤٢
٣ ـ ٤ التمكاب الهندسي سيز *cis* و ترانس *trans* ١٤٦
٣ ـ ٤ ـ ١ المتماكبان الهندسيان E و Z ١٤٩
٣ ـ ٥ طرق تحضير الألكنات ١٥٠
٣ ـ ٥ ـ ١ التحطيم الحراري لمنتجات النفط ١٥٠
٣ ـ ٥ ـ ٢ انتزاع هالوجين هيدروجين من الهاليدات الألكيلية ١٥١
٣ ـ ٥ ـ ٣ انتزاع الماء من الأغوال ١٥٣
٣ ـ ٥ ـ ٤ انتزاع ذرتي هالوجين من ثنائي هاليد ألكيلي ١٥٦
٣ ـ ٥ ـ ٥ الهدرجة الموجهة للمركبات الألكينية ١٥٦
٣ ـ ٥ ـ ٦ معاملة كوبرات عضوية بهاليد ألكيلي ١٥٧
٣ ـ ٦ الإتيـــلن ١٥٨
٣ ـ ٧ البروبيـــلن ١٦٠
٣ ـ ٨ البوتن ثنائي الرابطة المضاعفة (بوتادي ئِن) ١٦١
٣ ـ ٩ الألْكِنات الحلقية ١٦٣
٣ ـ ١٠ تفاعلات الرابطة المضاعفة في الألكِنات ١٦٤
٣ ـ ١٠ ـ ١ تفاعلات الضم أو الإضافة الإيونية الإلكتروفيلية ١٦٥

صفحة

الهدرجة أو ضم الهيدروجين ١٦٥
الهلجنة أو ضم عنصر الهالوجين ١٦٨
تفاعل ضم الحموض الهالوجينية ١٧٤
تفاعل ضم حمض الكبريت ١٧٨
٣ ـ ١٠ ـ ٢ تفاعلات الضم أو الإضافة الجذرية ١٨١
٣ ـ ١٠ ـ ٣ تفاعلات الاستبدال ١٨٤
٣ ـ ١٠ ـ ٤ تفاعلات الألكِنات مع المواد المؤكسدة ١٨٧
٣ ـ ١٠ ـ ٥ الروابط المضاعفة المتعاقبة والطنين ١٩١
٣ ـ ١١ أهم نقاط الألكنات ١٩٤
٣ ـ ١٢ موجز في الألكانات ١٩٧
٣ ـ ١٣ تمارين ومسائل ٢٠٠
٣ ـ ١٤ أسئلة وتمارين ومسائل إضافة في الألكنات ٢٠٥

الفصل الرابع : الألْكينات أو الاستيلنات

٤ ـ ١ هندسة الرابطة الثلاثية ٢١٧
٤ ـ ٢ تسمية الألكينات ٢٢١
٤ ـ ٣ خواص الألكينات الفيزيائية ٢٢٣
٤ ـ ٤ تحضير الألكينات بوجه عام والأستيلن بشكل خاص ٢٢٣
٤ ـ ٥ تفاعلات الرابطة الثلاثية بوجه عام، والأستيلن بوجه خاص ٢٢٧
٤ ـ ٥ ـ ١ تفاعل الهدرجة أو الاختزال ٢٢٨
٤ ـ ٥ ـ ٢ تفاعلات الضم الإلكتروفيلية على الرابطة الثلاثية ٢٣١
٤ ـ ٥ ـ ٣ تفاعلات الضم الجذرية ٢٣٢
٤ ـ ٥ ـ ٤ تفاعل ضم الماء ٢٣٣
٤ ـ ٥ ـ ٥ تفاعل أكسدة الرابطة الثلاثية ٢٣٥
٤ ـ ٥ ـ ٦ تفاعلات متفرقة ٢٣٦
٤ ـ ٥ ـ ٦ ـ ١ مع أملاح بعض المعادن الثقيلة ٢٣٦

صفحة

٤ ـ ٥ ـ ٦ ـ ٢ تفاعلات الألكينات مع ثنائي بوران ٢٣٧
٤ ـ ٥ ـ ٦ ـ ٣ تفاعلات الأستيلن مع المركبات ذات مجموعات
وظيفية معينة ٢٣٩
٤ ـ ٦ أهم نقاط الألكينات ٢٤٢
٤ ـ ٧ موجز في الألكينات ٢٤٣
٤ ـ ٨ تمارين ومسائل ٢٤٧
٤ ـ ٩ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الألكينات ٢٥٠

الفصل الخامس: الهاليدات الألكيلية

٥ ـ ١ طرق تحضيرها ٢٦٣
٥ ـ ١ ـ ١ في الصناعة عن طريق معاملة المركبات الألكانية بالكلوروالبروم ٢٦٣
٥ ـ ١ ـ ٢ بمعاملة الأغوال بالحموض الهالوجينية ٢٦٤
٥ ـ ١ ـ ٣ معاملة الكلوريدات أو البروميدات الألكيلية بملح يوديدي ٢٦٧
٥ ـ ٢ الخواص الفيزيائية للهاليدات الألكيلية ٢٦٨
٥ ـ ٣ تفاعلات الألكانات الهالوجينية ٢٧٢
٥ ـ ٣ ـ ١ تفاعلات الاستبدال النكلؤفيلية ٢٧٣
٥ ـ ٣ ـ ١ ـ ١ ميكانية تفاعل الاستبدال النكلؤفيلي ثنائي الجزيئية ٢٧٥
٥ ـ ٣ ـ ١ ـ ٢ ميكانية تفاعلات الاستبدال النكلؤفيلية أحادية الجزيئية ٢٩١
٥ ـ ٣ ـ ٢ ميكانية تفاعل انتزاع ثنائي الجزيئية ٢٩٧
٥ ـ ٤ دراسة بعض الهاليدات الألكيلية ٢٩٨
٥ ـ ٤ ـ ١ متيلن ثنائي هالوجين ٢٩٨
٥ ـ ٤ ـ ٢ ثلاثية الهاليد ٢٩٩
٥ ـ ٤ ـ ٣ رباعي كلور الفحم ٢٩٩
٥ ـ ٤ ـ ٤ بعض المشتقات الهاليدية الأريلية ٣٠٠
٥ ـ ٥ أهم نقاط الهاليدات الألكيلية ٣٠٠
٥ ـ ٦ موجز في تفاعلات الهاليدات الألكيلية ٣٠٣

صفحة

٥ ـ ٧ تمارين ومسائل ٣٠٥
٥ ـ ٨ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الهاليدات الألكيلية ٣٠٩

الفصل السادس ٣٢١

٦ ـ ١ التسمية ٣٢٢
٦ ـ ٢ الخواص الفيزيائية ٣٢٦
٦ ـ ٣ طرق التحضير ٣٢٨
٦ ـ ٣ ـ ١ معاملة الألْكِنات بالماء ٣٢٨
٦ ـ ٣ ـ ٢ معاملة الهاليدات الألكيلية بالماء ٣٢٩
٦ ـ ٣ ـ ٣ اختزال المركبات ذات مجموعات الكربونيل ٣٣٠
٦ ـ ٣ ـ ٤ الهدرجة البورية وأكسدة الألْكِنات ٣٣٤
٦ ـ ٣ ـ ٥ الزئبقة الأُكْسية ٣٣٧
٦ ـ ٤ تفاعلات الأغوال ٣٣٨
٦ ـ ٤ ـ ١ تفاعلات تسلك فيها سلوك الحموض الضعيفة جدا ٣٣٨
٦ ـ ٤ ـ ٢ تفاعلات الأغوال مع الحموض الهاليدية الهيدروجينية ٣٤٢
٦ ـ ٤ ـ ٣ انتزاع الماء ٣٤٥
٦ ـ ٤ ـ ٤ تفاعلات أكسدة ٣٤٨
٦ ـ ٤ ـ ٤ ـ ١ أكسدة الأغوال الأولية ٣٤٨
٦ ـ ٤ ـ ٤ ـ ٢ أكسدة الأغوال الثانوية ٣٥٠
٦ ـ ٤ ـ ٤ ـ ٣ أكسدة الأغوال ثنائية الأول ٣٥١
٦ ـ ٤ ـ ٤ ـ ٤ الأغوال الثالثية والأكسدة ٣٥٣
٦ ـ ٥ أهم الأغوال المألوفة ٣٥٣
٦ ـ ٥ ـ ١ الميتانول ٣٥٣
٦ ـ ٥ ـ ٢ الإيتانول ٣٥٥
٦ ـ ٥ ـ ٣ الغليكول ٣٥٧

صفحة

٦ ـ ٥ ـ ٤ الحلوين أو الغليسرين ٣٥٨
٦ ـ ٦ أهم نقاط الأغوال ٣٦٠
٦ ـ ٧ موجز في تفاعلات الأغوال ٣٦١
٦ ـ ٨ تمارين ومسائل ٣٦٣
٦ ـ ٩ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الأغوال ٣٦٨

٧ ـ ١ التسمية ٣٨١
٧ ـ ٢ الخواص الفيزيائية ٣٨٤
٧ ـ ٣ طرق التحضير ٣٨٦
٧ ـ ٣ ـ ١ من الأغوال ٣٨٦
٧ ـ ٣ ـ ٢ الطريقة العامة ٣٩١
٧ ـ ٤ تفاعلات الإيتر ٣٩٤
٧ ـ ٥ طائفة الإبْ أكسيد أو الأكْسِيران ٣٩٦
٧ ـ ٥ ـ ١ التسمية ٣٩٦
٧ ـ ٥ ـ ٢ طرق التحضير ٣٩٧
٧ ـ ٥ ـ ٣ تفاعل الإبْ أكسيد مع العوامل النكلؤفيلية ٣٩٩
٧ ـ ٦ أهم نقاط الإيترات ٤٠٠
٧ ـ ٧ موجز في تفاعلات الإيترات والإبْ أكسيد ٤٠١
٧ ـ ٨ تمارين ومسائل ٤٠٢
٧ ـ ٩ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الإيترات ٤٠٥

٨ ـ ١ التسمية ٤١٥
٨ ـ ٢ الخواص الفيزيائية ٤١٩

صفحة

٨ ـ ٣ طرق التحضير ٤٢٢
٨ ـ ٣ ـ ١ الألدهيدات ٤٢٢
٨ ـ ٣ ـ ١ ـ ١ أكسدة الأغوال ٤٢٢
٨ ـ ٣ ـ ١ ـ ٢ اختزال كلوريدات الحموض العطرية أو المفتوحة ٤٢٣
٨ ـ ٣ ـ ١ ـ ٣ بمعاملة المركبات الألكنية بالأوزون ٤٢٣
٨ ـ ٣ ـ ١ ـ ٤ طريقة أوكسو ٤٢٤
٨ ـ ٣ ـ ١ ـ ٥ الهدرجة البورية للألكينات ٤٢٥
٨ ـ ٣ ـ ٢ الكِتونات ٤٢٦
٨ ـ ٣ ـ ٢ ـ ١ أكسدة الأغوال الثانوية ٤٢٦
٨ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٢ معاملة المركبات الألكنية بالأوزون ٤٢٧
٨ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٣ تفاعل كلوريدات الحموض بمركبات الكادميوم العضوية أو الكوبرات ٤٢٧
٨ ـ ٤ تفاعلات الألدهيدات والكتونات ٤٢٨
٨ ـ ٤ ـ ١ تفاعل ضم سيانيد الهيدروجين ٤٣٢
٨ ـ ٤ ـ ٢ تفاعل ضم بيكبرتيت الصوديوم ٤٣٣
٨ ـ ٤ ـ ٣ تفاعل ضم النشادر والأمينات ومشتقاتها ٤٣٤
٨ ـ ٤ ـ ٤ تفاعل ضم الأغوال ٤٣٦
٨ ـ ٤ ـ ٥ اختزال مجموعة الكربونيل ٤٣٩
٨ ـ ٤ ـ ٥ ـ ١ الهدرجة الوسيطية ٤٣٩
٨ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٢ الهدرجة الكيميائية ٤٤٠
٨ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٣ تفاعل الألدهيدات والكتونات مع كاشف غرينارد وكاشف الليثيوم ٤٤١
٨ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٤ اختزال مجموعة الكربونيل إلى مجموعة متيلن ٤٤٤
٨ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٥ تفاعـــل فتغ ٤٤٥
٨ ـ ٤ ـ ٦ تكاثف ألْـدُول ٤٤٩
٨ ـ ٤ ـ ٧ أكسدة الألدهيدات والكتونات ٤٥١

٨ ـ ٤ ـ ٨ تفاعل كانيزارو ٤٥٣
٨ ـ ٤ ـ ٩ الكشف عن الألدهيدات والكتونات ٤٥٥
٨ ـ ٥ دراسة بعض الألدهيدات والكتونات ٤٥٦
٨ ـ ٥ ـ ١ ألدهيدل النمل ٤٥٦
٨ ـ ٥ ـ ١ ـ ١ طرق تحضير ألدهيد النمل ٤٥٧
٨ ـ ٥ ـ ٢ ألدهيد الخل ٤٥٩
٨ ـ ٥ ـ ٢ ـ ١ طرق تحضير ألدهيد الخل ٤٥٩
٨ ـ ٥ ـ ٢ ـ ٢ صفات ألدهيد الخل واستعمالاته ٤٦١
٨ ـ ٥ ـ ٣ الأستـــون ٤٦٢
٨ ـ ٥ ـ ٣ ـ ١ طرق تحضيره ٤٦٢
٨ ـ ٥ ـ ٣ ـ ٢ استعمالات الأستون ٤٦٤
٨ ـ ٦ أهم نقاط الألدهيدات والكتونات ٤٦٥
٨ ـ ٧ موجز في تفاعلات الألدهيدات والكتونات ٤٦٧
٨ ـ ٨ تمارين ومسائل ٤٧١
٨ ـ ٩ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الألدهيدات والكتونات ٤٧٥

الفصل التاسع : الحموض الكربوكسيلية

٩ ـ ١ التسميـــة ٤٨٩
٩ ـ ٢ الخواص الفيزيائية العامة ٤٩٤
٩ ـ ٣ الطرق العامة في تحضير الحموض الكربوكسيلية ٤٩٧
٩ ـ ٣ ـ ١ من أكسدة الأغوال الأولية والألدهيدات ٤٩٧
٩ ـ ٣ ـ ٢ معاملة مركب غرينارد بثنائي أكسيد الفحم ٤٩٨
٩ ـ ٣ ـ ٣ من الإسترات الطبيعية ٤٩٩
٩ ـ ٣ ـ ٤ من النتريلات ٤٩٩
٩ ـ ٤ تفاعلات مجموعة الكربوكسيل ٥٠٠
٩ ـ ٤ ـ ١ مجموعة الهيدروكسيل ٥٠٠
٩ ـ ٤ ـ ٢ إحلال هالوجين محل مجموعة هيدروكسيل ٥٠٠

٩ ـ ٤ ـ ٣ اختزال مجموعة الكربونيل ٥٠١
٩ ـ ٥ هلجنة الحموض الكربوكسيلية في موضوع α ٥٠٤
٩ ـ ٦ أهم الحموض الكربوكسيلية المألوفة ٥٠٤
٩ ـ ٦ ـ ١ حمض النمل ٥٠٤
٩ ـ ٦ ـ ١ ـ ١ الطرق الصناعية في التحضير ٥٠٥
٩ ـ ٦ ـ ١ ـ ٢ الخواص والصفات ٥٠٦
٩ ـ ٦ ـ ٢ حمض الخل ٥٠٨
٩ ـ ٦ ـ ٢ ـ ١ طرق التحضير الصناعية ٥٠٨
٩ ـ ٦ ـ ٢ ـ ٢ الخواص والصفات ٥٠٩
٩ ـ ٦ ـ ٣ خلات الصوديوم ٥١١
٩ ـ ٧ أهم نقاط الحموض الكربوكسيلية ٥١٢
٩ ـ ٨ موجز في تفاعلات الحموض الكربوكسيلية ٥١٣
٩ ـ ٩ تمارين ومسائل ٥١٤
٩ ـ ١٠ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الحموض الكربوكسيلية ٥١٨

١٠ ـ ١ الأميدات ٥٣١
١٠ ـ ١ ـ ١ التسمية ٥٣١
١٠ ـ ١ ـ ٢ التحضير ٥٣٢
١٠ ـ ١ ـ ٣ الخـواص ٥٣٣
١٠ ـ ٢ كلوريدات الحموض ٥٣٤
١٠ ـ ٢ ـ ١ التسمية ٥٣٤
١٠ ـ ٢ ـ ٢ التحضير ٥٣٥
١٠ ـ ٢ ـ ٣ الخـواص ٥٣٦
١٠ ـ ٣ الإسترات ٥٣٧

١٠-٣-١ التسمية ٥٣٧
١٠-٣-٢ التحضير ٥٣٨
١٠-٣-٣ الخواص والتفاعلات ٥٣٩
١٠-٤ بلاماءات الحموض ٥٤١
١٠-٤-١ التسمية ٥٤١
١٠-٤-٢ التحضير ٥٤٢
١٠-٤-٣ الخواص والتفاعلات ٥٤٧
١٠-٥ النتريلات ٥٤٨
١٠-٥-١ التحضير ٥٤٩
١٠-٥-٢ الخواص والتفاعلات ٥٥٠
١٠-٦ أهم نقاط مشتقات الحموض الكربوكسيلية ٥٥٣
١٠-٧ موجز في تفاعلات مشتقات الحموض الكربوكسيلية ٥٥٤
١٠-٨ تمارين ومسائل ٥٥٧
١٠-٩ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في مشتقات الحموض الكربوكسيلية ٥٦٠

١١-١ التسمية ٥٨٠
١١-١-١ أسماء شائعة ٥٨٠
١١-١-٢ وفقا لقواعد جنيف ٥٨١
١١-٢ الخواص ٥٨٣
١١-٣ طرق التحضير ٥٨٩
١١-٣-١ من الهاليدات الألكيلية ٥٨٩
١١-٣-٢ من اختزال مركبات نترو الأليفاتية أو العطرية ٥٩٢
١١-٣-٣ من هدرجة المركبات النتريلية ٥٩٣
١١-٣-٤ طريقة جبريل ٥٩٤
١١-٣-٥ من معاملة المركبات الكربونيلية بالهيدروجين والنشادر ٥٩٦

١١-٣-٦ خسف هوفمان ٥٩٨
١١-٤ التفاعلات ٦٠٠
١١-٤-١ مع الحمض النتروجيني HNO_2 ..... ٦٠١
١١-٤-٢ الأسيلة ٦٠٣
١١-٤-٣ الألكلة ٦٠٦
١١-٥ دراسة بعض الأمينات المهمة ٦٠٨
١١-٦ أهم نقاط الأمينات ٦٠٩
١١-٧ موجز في تفاعلات الأمينات ٦١٠
١١-٨ تمارين ومسائل ٦١١
١١-٩ أسئلة وتمارين ومسائل إضافية في الأمينات ٦١٦
حلول تمارين ومسائل الفصول ٦٣١
١ ـ حلول تمارين ومسائل التركيب البنائي للجزيئات العضوية ٦٣١
٢ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الألكانات» ٦٣٥
٣ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الألكنات» ٦٤٤
٤ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الألكينات» ٦٥٦
٥ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الهاليدات الألكيلية» ٦٧٠
٦ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الأغوال» ٦٧٥
٧ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الإيترات» ٦٨٥
٨ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الألدهيدات والكتونات» ٦٩٥
٩ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «الحموض الكربوكسيلية» ٧٠٩
١٠ ـ حلول تمارين ومسائل فصل «مشتقات الحموض الكربوكسيلية» ... ٧١٧
١١ ـ حلول تمارين ومسائل «الأمينات» ٧٢٣
مراجع مختارة ٧٣٣
بيان بمشتقات لاتينية يونانية تكررت في الكتاب وكيفية لفظها باللاتيني .. ٧٣٤
ثبت المصطلحات العلمية ٧٣٥
كشاف المفردات ٧٤٥