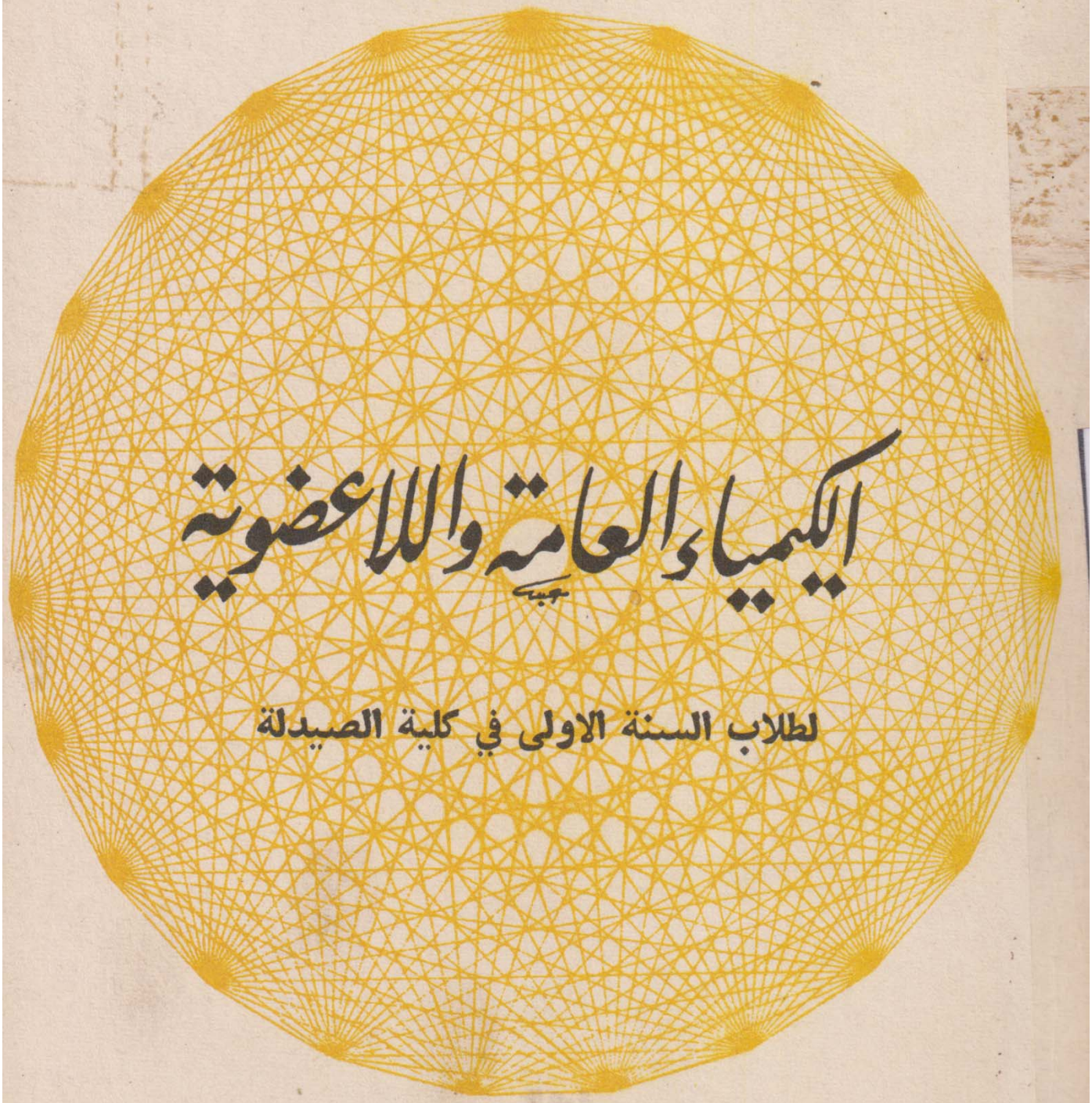
الدكتور
موفق شخاشيرو

الدكتورة
هيام بيرقدار

الدكتور
يحيى قدسي



الكيمياء العامة واللاعضوية

لطلاب السنة الاولى في كلية الصيدلة

ديوان المطبوعات الجامعية

الدكتور موفق شخاشيرو
الدكتورة هيام بيرقدار
يحيى قدسي

الكيمياء العامة واللاعضوية

لطلاب السنة الاولى في كلية الصيدلة

ديوان المطبوعات الجامعية
الساحة المركزية - بن عكنون - الجزائر

الفهرس

المقدمة

الفصل الاول ـ علم الكيمياء والطريقة العلمية

١ـ١ ـ لمحة عن تاريخ علم الكيمياء ١
١ـ٢ ـ فروع علم الكيمياء ٥
١ـ٣ ـ أهمية الكيمياء ٧
١ـ٤ ـ الطريقة العلمية ٨
١ـ٥ ـ الفرضية والنظرية والقانون ١٠
١ـ٦ ـ العلم ومستقبل الانسان ١٣

الفصل الثاني ـ طبيعة المادة

٢ـ١ ـ المادة والطاقة ١٧
٢ـ٢ ـ انواع المادة ١٨
٢ـ٣ ـ الخواص الفيزيائية للاجسام ١٩
٢ـ٤ ـ الخواص الكيميائية للاجسام ٢٠
٢ـ٥ ـ القوانين العامة للاتحادات الكيميائية ٢١
٢ـ٥ـ١ـ قانون انحفاظ الكتلة ٢١
٢ـ٥ـ٢ـ قانون النسبة المعينة ٢٢
٢ـ٥ـ٣ـ قانون النسب المضاعفة ٢٢

٢ـ٦ ـ النظريـة الذريـة ٢٢
٢ـ٧ ـ كتـل الـذرات ٢٤
٢ـ٨ ـ قانون غي لوساك وفرضية أفوغادرو ٢٥
٢ـ٩ ـ الوزن الذري والوزن الجزيئي ٢٧
٢ـ١٠ـ قانون دولنغ وبتي ٣١
٢ـ١١ـ الذرة الغرامية وعدد أفوغادرو ٣٣
٢ـ١٢ـ المـول ٣٤
مسـائل وتمـارين ٣٥

الفصل الثالث ـ طبيعـة الـذرة

٣ـ١ ـ الطبيعة الكهربائية للمادة ٣٨
٣ـ١ـ١ـ التحليل الكهربائي ٣٨
٣ـ١ـ٢ـ الاشعة المهبطية ٣٩
٣ـ١ـ٣ـ النشاط الاشعاعي ٣٩
٣ـ٢ ـ الدقائق الاساسية في الذرة ٤٠
٣ـ٢ـ١ـ الالكتـرون ٤٠
٣ـ٢ـ٢ـ البروتـون ٤٣
٣ـ٢ـ٣ـ النتـرون ٤٣
٣ـ٣ ـ تجربة رذرفورد ٤٤
٣ـ٤ ـ شحنة النواة والعدد الذري ٤٧
٣ـ٥ ـ نموذج رذرفورد والطيف الذري ٥٠
٣ـ٦ ـ نظرية الكم ونموذج بـور ٥٣
٣ـ٧ ـ ذرة الهيدروجين وفق نموذج بـور ٥٨
٣ـ٨ ـ عدم كفاية نموذج بور ٥٨
٣ـ٩ ـ النموذج الذري الحديث والميكانيك الكوانتي ٦١
٣ـ١٠ـ الاعـداد الكميـة ٦٣
٣ـ١٠ـ١ـ العدد الكمي الرئيسي ٦٤
٣ـ١٠ـ٢ـ العدد الكمي الثانوي ٦٤
٣ـ١٠ـ٣ـ العدد الكمي المغناطيسي ٦٥
٣ـ١٠ـ٤ـ العدد الكمي للف الذاتي ٦٧

٣ـ١١ـ الاعداد الكمية الاربعة ومبدأ باولي ٦٧
٣ـ١٢ـ ترتيب ملء المدارات المختلفة ٦٩
٣ـ١٣ـ المغناطيسية الطردية والمغناطيسية العكسية ٧٢
٣ـ١٤ـ النظائر وعدد الكتلة ٧٣
٣ـ١٥ـ خاتمة ٧٦
مسائل وتمارين ٧٦

الفصل الرابع ـ الجدول الدوري والخواص الدورية للعناصر

٤ـ١ ـ المحاولات الاولى لتصنيف العناصر ٨٠
٤ـ٢ ـ ديمتري ايفانوفيتش مندلييف ٨٢
٤ـ٣ ـ جدول مندلييف الدوري ٨٤
٤ـ٤ ـ الجدول الدوري الطويل ٨٥
٤ـ٥ ـ العناصر غير المكتشفة ٨٧
٤ـ٦ ـ فائدة الجدول الدوري ٨٨
٤ـ٧ ـ الجدول الدوري والعدد الذري للعنصر ٨٩
٤ـ٨ ـ التركيب الالكتروني للعناصر ٩٠
٤ـ٩ ـ الخواص الدورية للعناصر ٩٤
٤ـ١٠ـ نصف قطر ذرة العنصر ٩٦
٤ـ١١ـ كمون التشرد والالفة الالكترونية ٩٧
أسئلة وتمارين ١٠٠

الفصل الخامس ـ الرابطة الكيميائية

٥ـ١ ـ المقدمة ١٠٢
٥ـ٢ ـ توزيع الالكترونات في الجزيء ١٠٣
٥ـ٣ ـ الرابطة الشاردية ١٠٤
٥ـ٤ ـ الرابطة المشتركة ١٠٨

٥ـ٥ ـ قطبيـة الروابط ١١٢
٥ـ٦ ـ الكهرسـلبية ١١٥
٥ـ٧ ـ قاعدة بولنغ في تحديد نوع الرابطة ١١٧
٥ـ٨ ـ قاعدة المثمن المنيـع ١١٨
٥ـ٩ ـ الرابطة التساندية ١٢٠
٥ـ١٠ـ أشكال الجزيئات ١٢١
٥ـ١١ـ ترابط الجزيئات (الروابط ما بين الجزيئات) ١٢٤
٥ـ١١ـ١ـ الرابطة الهيدروجينية ١٢٩
٥ـ١١ـ٢ـ قـوى فاندرفالس ١٣٠
٥ـ١٢ـ مقارنة بين صفات المركبات الشاردية والمركبات المشتركة ١٣١
٥ـ١٣ـ المدارات الهجينـة ١٣٣
٥ـ١٤ـ التهجين في الجزيئات ذات الرابطة المضاعفة (الثنائية والثلاثية) ١٣٧
٥ـ١٥ـ الطنـين ١٤١
٥ـ١٦ـ الرابطة المعدنية ١٤٣
أسـئلة وتمـارين ١٤٦

الفصل السادس ـ حـالات المـادة

٦ـ١ ـ مقارنة بين الحالات الثلاث للمادة ١٤٩
٦ـ٢ ـ النظرية الحركية للغازات ١٥١
٦ـ٣ ـ القانون العـام للغازات ١٥٣
٦ـ٤ ـ سرعة نفوذ الغازات ١٥٥
٦ـ٥ ـ الضغط الجزئي للغازات وقانون دالتون ١٥٧
٦ـ٦ ـ ضغط بخار سائل ١٥٨
٦ـ٧ ـ مخططات الاطوار ١٦١
أسـئلة وتمـارين ١٦٣

الفصل السابع ـ الكيمياء والحرارة والتحول الكيميائي

٧ـ١ ـ حرارة التفاعل ١٦٥

٧ـ٢ ـ قانون هـس ١٦٧
٧ـ٣ ـ حرارة التشكل العيارية ١٦٨
٧ـ٤ ـ طاقة الرابطة ١٦٩
٧ـ٥ ـ القانون الاول في الترموديناميك ١٧٣
٧ـ٦ ـ الانتروبية ١٧٦
٧ـ٧ ـ الانتروبية والحرارة ١٧٧
٧ـ٨ ـ القانون الثاني في الترموديناميك ١٧٨
٧ـ٩ ـ القانون الثالث في الترموديناميك ١٨٠
٧ـ١٠ـ الطاقة الحرة ١٨٢
٧ـ١١ـ الطاقة الحرة العيارية ١٨٤
٧ـ١٢ـ الطاقة الحرة والعمل الاعظمي ١٨٧
٧ـ١٣ـ الطاقة الحرة والتوازن ١٨٨
مسائل وتمارين ١٨٩

الفصل الثامن ـ المحاليل

٨ـ١ ـ تعاريف اولية ١٩٢
٨ـ٢ ـ دور الماء كمادة محلة ١٩٤
٨ـ٣ ـ بنية المحل والمنحل وعلاقتهما بالانحلال ١٩٧
٨ـ٤ ـ بعض القواعد العامة في انحلال المركبات اللاعضوية في الماء ١٩٩
٨ـ٥ ـ تأثير الحرارة على الانحلال ٢٠١
٨ـ٦ ـ تأثير الضغط على الانحلال ٢٠٢
٨ـ٧ ـ تغير صفات المحل ٢٠٣
٨ـ٧ـ١ انخفاض ضغط بخار المحل : قانون راؤول ٢٠٣
٨ـ٧ـ٢ـ ارتفاع درجة غليان المحل وانخفاض درجة تجمده ٢٠٤
٨ـ٨ ـ المواد الكهرليتية والتجاذب بين الشوارد في المحلول ٢٠٦
٨ـ٩ ـ الضغط الحلولي ٢٠٧
٨ـ١٠ـ المحاليل الغروية ٢٠٩

٨ـ١١ـ أنواع الجمل الفروية ٢١١
٨ـ١٢ـ الصفات العامة للجمل الفروية ٢١٢
أسئلة وتمارين ٢١٤

الفصل التاسع : الاكسدة والارجاع

٩ـ١ ـ المعنى العام لعملية الاكسدة والارجاع ٢١٦
٩ـ٢ ـ عدد الاكسدة ٢١٨
٩ـ٣ ـ مفهوم نصف التفاعل ٢١٩
٩ـ٤ ـ موازنة معادلات الاكسدة والارجاع ٢٢١
٩ـ٥ ـ المكافىء الارجاعي والمكافىء التأكسدي ٢٢٥
٩ـ٦ ـ معايرات الاكسدة والارجاع ٢٢٥
٩ـ٧ ـ كمون الارجاع ٢٢٧
٩ـ٨ ـ كمون الخلية الغلفانية وتلقائية التفاعل ٢٣١
٩ـ٩ ـ التطبيقات العملية للخلايا الغلفانية ٢٣٣
٩ـ١٠ـ الخلايا الوقودية ٢٣٥
مسائل وتمارين ٢٣٦

الفصل العاشر ـ سرعة التفاعل والتوازن الكيميائي

١٠ـ١ ـ المقدمة ٢٣٩
١٠ـ٢ ـ سرعة التفاعل ٢٤٠
١٠ـ٣ ـ العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل ٢٤١
١٠ـ٣ـ١ـ طبيعة المواد المتفاعلة ٢٤١
١٠ـ٣ـ٢ـ تركيز المواد المتفاعلة ٢٤١
١٠ـ٣ـ٣ـ درجة الحرارة ٢٤٢
١٠ـ٣ـ٤ـ وجود بعض المواد الوسيطة ٢٤٢
١٠ـ٤ ـ علاقة سرعة التفاعل بالتركيز في التفاعلات المتجانسة ٢٤٣
١٠ـ٥ ـ نظرية التصادم ٢٤٦

١٠ـ٦ ـ ميكانيكية أو آلية التفاعل ٢٤٩
١٠ـ٧ ـ التفاعلات العكوسة والتفاعلات غير العكوسة ومفهوم سرعة التوازن ٢٥١
١٠ـ٨ ـ قانون فعل الكتلة ٢٥٢
١٠ـ٩ ـ ثابت التوازن ٢٥٥
١٠ـ١٠ـ التوازن غير المتجانس ٢٥٨
١٠ـ١١ـ مبدأ لوشاتلييه ٢٥٩
أسئلة وتمارين ٢٦٣

الفصل الحادي عشر ـ التوازن الشاردي وتوازن الكهرليتات الضعيفة

١١ـ١ ـ التوازن الكيميائي في الكهرليتات الضعيفة ٢٦٧
١١ـ١ـ١ـ الكهرليتات القوية والكهرليتات الضعيفة ٢٦٧
١١ـ١ـ٢ـ التوازن في محلول حمض ضعيف ٢٦٨
١١ـ١ـ٣ـ التوازن في محلول أساس ضعيف ٢٧١
١١ـ١ـ٤ـ التوازن في محلول ملح ضعيف التشرد ٢٧٣
١١ـ٢ ـ فعل الشاردة المشتركة ٢٧٣
١١ـ٣ ـ تفكك الماء ٢٧٥
١١ـ٤ ـ الـ pH وقياس الحموضة ٢٧٧
١١ـ٥ ـ حلمهة الاملاح ٢٧٩
١١ـ٦ ـ ثابت توازن الحلمهة ٢٨١
١١ـ٧ ـ مفهوم الحمض والاساس ٢٨٣
١١ـ٨ ـ المحاليل الموقية ٢٨٦
١١ـ٩ ـ معايرة حمض بأساس واستعمال المشعرات الملونة ٢٨٩
١١ـ١٠ـ التوازن غير المتجانس في المحاليل المائية ـ جداء الانحلال ٢٩٦
١١ـ١١ـ حساب الكمية المنحلة من مركب ضعيف الانحلال ٢٩٨
١١ـ١٢ـ تشكل الرواسب ٣٠١
١١ـ١٣ـ انحلال الرواسب عند تشكل الشوارد المعقدة ٣٠٥
مسائل وتمارين ٣٠٦

الفصل الثاني عشر ـ كيميـاء العناصـر

١٢ـ١ ـ وجود العناصر في الطبيعة ٣١١
١٢ـ٢ ـ المعادن واللامعادن ٣١٤
١٢ـ٣ ـ الصفات الكيميائية للاكاسيد ٣١٧

الفصل الثالث عشر ـ الهيدروجـين

١٣ـ١ ـ الهيدروجين في الطبيعة ٣١٩
١٣ـ٢ ـ استحضار الهيدروجين ٣٢٠
١٣ـ٢ـ١ـ مخبريـا ٣٢٠
١٣ـ٢ـ٢ـ صناعيـا ٣٢١
١٣ـ٣ ـ الخواص الفيزيائية للهيدروجين ٣٢٣
١٣ـ٤ ـ الخواص الكيميائية الهيدروجين ٣٢٣
١٣ـ٤ـ١ـ اتحاده مع الاكسجين ٣٢٣
١٣ـ٤ـ٢ـ اتحاده مع الكبريت ٣٢٣
١٣ـ٤ـ٣ـ اتحاده مع الهالوجينات ٣٢٤
١٣ـ٤ـ٤ـ اتحاده مع الآزوت ٣٢٥
١٣ـ٤ـ٥ـ اتحاده مع الكربون ٣٢٥
١٣ـ٤ـ٦ـ اتحاده مع المعادن ٣٢٦
١٣ـ٥ ـ الهيدروجين الذري ٣٢٦
١٣ـ٦ ـ استعمالات الهيدروجين ٣٢٧

الفصل الرابع عشر ـ الاكسـجين

١٤ـ١ ـ اكتشاف الاكسجين ٣٢٩
١٤ـ٢ ـ وجوده في الطبيعة ٣٣٠
١٤ـ٣ ـ تحضير الاكسجين ٣٣٠
١٤ـ٣ـ١ـ تحضير الاكسجين في الصناعة ٣٣١
١٤ـ٣ـ٢ـ تحضير الاكسجين في المخبر ٣٣١
١٤ـ٤ ـ صفات الاكسجين الفيزيائية ٣٣٢

١٤ـ٥ ـ صفات الاكسجين الكيميائية ٣٣٣
١٤ـ٦ ـ قوة الحموض في المحاليل المائية ٣٣٤
١٤ـ٦ـ١ـ الحموض الهيدروجينية ٣٣٤
١٤ـ٦ـ٢ـ الحموض الاكسجينية ٣٣٤
١٤ـ٦ـ٣ـ الشرجبات المميهة ٣٣٥
١٤ـ٧ ـ الاوزون ٣٣٦
١٤ـ٨ ـ استعمالات الاوزون ٣٣٨

الفصل الخامس عشر ـ المـاء

١٥ـ١ ـ تركيب المـاء ٣٣٩
١٥ـ٢ ـ المياه الطبيعية ومياه الشرب ٣٤٠
١٥ـ٣ ـ قساوة الماء وتليينه ٣٤٢
١٥ـ٤ ـ الخواص الفيزيائية للمـاء ٣٤٥
١٥ـ٥ ـ الاماهة والهيدرات ٣٤٦
١٥ـ٦ ـ الاملاح الماصة للرطوبة ٣٤٨
١٥ـ٧ ـ فوق الاكاسيد ـ الماء الاكسجيني ٣٤٩

الفصل السادس عشر ـ المعـادن القلويـة

١٦ـ١ ـ خواص المعادن القلوية ٣٥٢
١٦ـ٢ ـ وجودها في الطبيعة ٣٥٥
١٦ـ٣ ـ تحضير المعادن القلوية ٣٥٦
١٦ـ٤ ـ تفاعلات المعادن القلوية ٣٥٧
١٦ـ٥ ـ مركبات الصوديوم الهامة ٣٥٩
١٦ـ٥ـ١ـ كربونات الصوديوم ٣٥٩
١٦ـ٥ـ٢ـ ماءات الصوديوم (هيدروكسيد الصوديوم) ٣٦١
١٦ـ٥ـ٣ـ املاح الصوديوم الاخرى ٣٦٣
١٦ـ٦ ـ المعادن القلوية الاخرى واملاحها ٣٦٣

الفصل السابع عشر ـ المعادن القلوية الترابية

١٧ـ١ ـ خواص المعادن القلوية الترابية ٣٦٥
١٧ـ٢ ـ وجودها في الطبيعة ٣٦٧
١٧ـ٣ ـ تحضير المعادن القلوية الترابية ٣٦٨
١٧ـ٤ـ الصفات الكيميائية ٣٦٨
١٧ـ٤ـ١ـ تفاعلها مع الاكسجين ٣٦٩
١٧ـ٤ـ٢ـ تفاعلها مع الهيدروجين ٣٦٩
١٧ـ٤ـ٣ـ تفاعلها مع الماء ٣٧٠
١٧ـ٤ـ٤ـ تفاعلها مع الآزوت ٣٧٠
١٧ـ٥ ـ المركبات القلوية الترابية الهامة ٣٧٠
١٧ـ٥ـ١ـ الماءات (الهيدروكسيدات) ٣٧٠
١٧ـ٥ـ٢ـ الكبريتات ٣٧١
١٧ـ٥ـ٣ـ الكلوريدات و الفلوريدرات ٣٧٢
١٧ـ٥ـ٤ـ الكربونات ٣٧٢
١٧ـ٦ ـ استعمالات المعادن القلوية الترابية ٣٧٣

الفصل الثامن عشر ـ العناصر الانتقالية

١٨ـ١ ـ الخواص العامة للعناصر الانتقالية ٣٧٤
١٨ـ١ـ١ـ الصفة المعدنية ٣٧٤
١٨ـ١ـ٢ـ تعدد درجات الاكسدة ٣٧٥
١٨ـ١ـ٣ـ البارا مغناطيسية (المغناطيسية الطردية) ٣٧٦
١٨ـ١ـ٤ـ تشكل المركبات الملونة ٣٧٧
١٨ـ١ـ٥ـ تشكيل المعقدات ٣٧٧
١٨ـ٢ ـ لمحة عن بعض العناصر الانتقالية ٣٨٠
١٨ـ٢ـ١ـ فصيلة السكانديوم ٣٨٠
١٨ـ٢ـ٢ـ فصيلة التيتانيوم ٣٨١
١٨ـ٢ـ٣ـ فصيلة الكروم ٣٨١
١٨ـ٢ـ٤ـ فصيلة المنغنيز ٣٨٢
١٨ـ٢ـ٥ـ الثلاثيات ٣٨٣
١٨ـ٢ـ٦ـ فصيلة النحاس ٣٨٥
١٨ـ٢ـ٧ـ فصيلة الزنك ٣٨٨

الفصل التاسع عشر ـ الفصيلة الثالثة

١٩ـ١ ـ الخواص العامة للفصيلة الثالثة ٣٩١
١٩ـ٢ ـ البور ٣٩٢
١٩ـ٣ ـ الالمنيوم ٣٩٤
١٩ـ٣ـ١ـ وجوده في الطبيعة ٣٩٤
١٩ـ٣ـ٢ـ استحصاله ٣٩٤
١٩ـ٣ـ٣ـ خواصه الفيزيائية ٣٩٥
١٩ـ٣ـ٤ـ خواص الالومنيوم الكيميائية ٣٩٦
١٩ـ٣ـ٥ـ أملاح الالومنيوم ٣٩٧

الفصل العشرون ـ الفصيلة الرابعة

٢٠ـ١ ـ الخواص العامة للفصيلة الرابعة ٣٩٩
٢٠ـ٢ ـ الكربون في الطبيعة ٤٠٠
٢٠ـ٢ـ١ـ الماس والفرافيت ٤٠٠
٢٠ـ٢ـ٢ـ الفحم الحجري ٤٠٢
٢٠ـ٢ـ٣ـ الفحم الخشبي ٤٠٣
٢٠ـ٢ـ٤ـ هباب الفحم ـ هباب الغاز ـ هباب الاسيتيلين ٤٠٣
٢٠ـ٣ ـ مركبات الكربون ٤٠٤
٢٠ـ٣ـ١ـ مركبات الكربون مع المعادن ٤٠٤
٢٠ـ٣ـ٢ـ مركبات الكربون مع اللامعادن ٤٠٤
٢٠ـ٣ـ٣ـ أحادي أكسيد الكربون ٤٠٥
٢٠ـ٣ـ٤ـ ثنائي أكسيد الكربون ٤٠٦
٢٠ـ٣ـ٥ـ حمض الكربون ٤٠٧
٢٠ـ٣ـ٦ـ الكربونات وثاني الكربونات ٤٠٧
٢٠ـ٣ـ٧ـ مركبات الكربون مع الآزوت ٤٠٨
٢٠ـ٤ ـ السيليكون : استحضاره وخواصه ٤٠٩
٢٠ـ٥ ـ السيليس وحموض السيليس ٤١٠
٢٠ـ٦ ـ تركيب الكوارتز والسيليكات ٤١١
٢٠ـ٧ ـ استحضار السيليكات وخواصها ٤١٣
٢٠ـ٨ ـ الزجاج والاسمنت ٤١٥

٢٠-٨-١- الزجاج ٤١٥
٢٠-٨-٢- الاسمنت ٤١٦
٢٠-٩ - مركبات السيليكون العضوية ٤١٦

الفصل الحادي والعشرون - الفصيلة الخامسة

٢١-١ - الخواص العامة للفصيلة الخامسة ٤١٨
٢١-٢ - الآزوت (النتروجين) ٤١٩
٢١-٢-١- وجوده في الطبيعة واستحصاله ٤١٩
٢١-٢-٢- خواصه الفيزيائية ٤٢١
٢١-٢-٣- خواصه الكيميائية ٤٢١
٢١-٢-٤- استعمالات الآزوت ٤٢٢
١١-٢-٥- درجات أكسدة الآزوت ٤٢٢
٢١-٣ - النشادر ومركباته ٤٢٣
٢١-٣-١- خواص النشادر ٤٢٣
٢١-٣-٢- تحضير النشادر ٤٢٣
٢١-٣-٣- أملاح الامونيوم ٤٢٣
٢١-٣-٤- النشادر السائل ٤٢٤
٢١-٣-٥- الهيدرازين ٤٢٥
٢١-٣-٦- الهيدروكسيل أمين ٤٢٥
٢١-٤ - أكاسيد الآزوت ٤٢٥
٢١-٤-١- أكسيد الآزوتي ٤٢٥
٢١-٤-٢- أكسيد الآزوت ٤٢٦
٢١-٤-٣- ثلاثي أكسيد الآزوت واملاح النتريت ٤٢٧
٢١-٤-٤- ثنائي أكسيد الآزوت ٤٢٨
٢١-٤-٥- خماسي أكسيد الآزوت ٤٢٨
٢١-٥ - حمض الآزوت ٤٢٨
٢١-٥-١- تحضير حمض الآزوت ٤٢٨
٢١-٥-٢- خواص حمض الآزوت ٤٢٩
٢١-٦ - دورة الآزوت في الطبيعة ٤٣١

الفصل الثاني والعشرون ـ الفصيلة الخامسة

٢٢ـ١ ـ الفوسفور ، وجوده في الطبيعة واستحصاله ٤٣٣
٢٢ـ٢ ـ خواص الفوسفور ٤٣٤
٢٢ـ٢ـ١ـ خواصه الفيزيائية ٤٣٤
٢٢ـ٢ـ٢ـ خواصه الكيميائية ٤٣٥
٢٢ـ٢ـ٣ـ الثقاب ٤٣٦
٢٢ـ٢ـ٤ـ الفوسفين ٤٣٧
٢٢ـ٣ ـ أكاسيد الفوسفور وحموضه الاكسجينية ٤٣٧
٢٢ـ٤ ـ أملاح الفوسفات ٤٤٠
٢٢ـ٥ ـ استعمال أملاح الفوسفات ٤٤٢
٢٢ـ٦ ـ الزرنيخ ٤٤٣
٢٢ـ٦ـ١ـ وجوده في الطبيعة واستحضاره ٤٤٣
٢٢ـ٦ـ٢ـ خواصه العامة ٤٤٣
٢٢ـ٦ـ٣ـ الزرنيخ في درجة الاكسدة الثلاثية ٤٤٤
٢٢ـ٦ـ٤ـ الزرنيخ في درجة الاكسدة الخماسية ٤٤٥
٢٢ـ٦ـ٥ـ استعمالات مركبات الزرنيخ ٤٤٦
٢٢ـ٧ ـ الانتيموان ٤٤٦
٢٢ـ٨ ـ البزموت ٤٤٧

الفصل الثالث والعشرون ـ الفصيلة السادسة

٢٣ـ١ ـ الخواص العامة للفصيلة السادسة ٤٤٨
٢٣ـ٢ ـ الكبريت ٤٤٩
٢٣ـ٢ـ١ـ وجوده في الطبيعة واستحصاله ٤٤٩
٢٣ـ٢ـ٢ـ خواص الكبريت الفيزيائية ٤٥١
٢٣ـ٢ـ٣ـ خواص الكبريت الكيميائية ٤٥٢
٢٣ـ٢ـ٤ـ استعمالاته ٤٥٣
٢٣ـ٣ ـ كبريت الهيدروجين والكباريت المعدنية ٤٥٣
٢٣ـ٣ـ١ـ كبريت الهيدروجين ٤٥٣
٢٣ـ٣ـ٢ـ كباريت المعادن ٤٥٤
٢٣ـ٣ـ٣ـ عديدة الكبريت ٤٥٥

٢٣-٤ - ثنائي اكسيد الكبريت ٤٥٥
٢٣-٤-١- تحضير ثنائي اكسيد الكبريت ٤٥٥
٢٣-٤-٢- خواص ثنائي اكسيد الكبريت الفيزيائية والكيميائية ٤٥٦
٢٣-٤-٣- حمض الكبريتي واملاحه ٤٥٧
٢٣-٥ - ثلاثي اكسيد الكبريت ٤٥٨
٢٣-٥-١- تحضير حمض الكبريت ٤٥٨
٢٣-٥-٢- خواص ثلاثي اكسيد الكبريت ٤٥٩
٢٣-٥-٣- خواص حمض الكبريت واستعمالاته ٤٦٠
٢٣-٥-٤- الكبريتات وثاني الكبريتات ٤٦٢
٢٣-٦ - ثايو كبريتات الصوديوم ٤٦٣
٢٣-٧ - السيلينيوم والتللوريوم ٤٦٣

الفصل الرابع والعشرون - الفصيلة السابعة - الهالوجينات

٢٤-١ - الخواص العامة للفصيلة السابعة ٤٦٥
٢٤-٢ - الفلور ٤٦٧
٢٤-٣ - الكلور ٤٦٩
٢٤-٣-١- الخواص العامة للكلور ٤٦٩
٢٤-٣-٢- اهم تفاعلات الكلور ٤٧٠
٢٤-٣-٣- استعمالات الكلور ٤٧٤
٢٤-٤ - كلور الهيدروجين ٤٧٤
٢٤-٥ - البروم ٤٧٥
٢٤-٦ - اليود ٤٧٦

الفصل الخامس والعشرون - بنية النواة والنشاط الاشعاعي والطاقة النووية

٢٥ـ٥ ـ قياس كمية الاشعاع الممتص واثاره ٤٨٦
٢٥ـ٦ ـ الطاقة النووية ٤٨٨
٢٥ـ٧ ـ المفاعل النووي العادي ومفاعل التوليد ٤٩١
٢٥ـ٨ ـ الالتحام النووي ٤٩٢
مسائل وتمارين ٤٩٤
المراجع ٤٩٥
معجم المصطلحات ٤٩٦
الفهرس ٥٠٥

* * *