

## علاقات زينتل متساوية الإلكترونات

### ZINTL ISOELECTRONIC RELATIONSHIPS

تتكون كثير من المركبات الثنائية بين عناصر المجموعة 1 و 2 والمجموعات 13-15 مثلاً  $\text{CaIn}_2$  ،  $\text{Na}_3\text{As}$ . يستفيد مفهوم زينتل من علاقات متساويات الإلكترونات من أجل تأمين رؤية عميقة في بنيات الحالة الصلبة تتبناها من هذه المركبات. إن فروق الكهروسالبية بين الذرات كبيرة بما يكفي في هذه المركبات ، بحيث ، ومن أول تقدير فإن الصيغة الأيونية مناسبة ، مثلاً ، يمكن كتابة  $\text{Na}_3\text{As}$  كما يلي  $3\text{Na}^+\text{As}^{3-}$ . ومن ثم تستخدم علاقة متساويات الإلكترونات أساساً لتبرير الطريقة التي تتجمع فيها عناصر المجموعات 13-15 في الحالة الصلبة. فمثلاً ،  $\text{NaSi}$  يكتب  $\text{Na}^+\text{Si}^-$  والعلاقة في التساوي الإلكتروني بين  $\text{P}$  و  $\text{Si}^-$  توحى بأن ذرات السيليكون في  $\text{NaSi}$  قد تكون رباعيات الأوجه  $\text{Si}_4^{4+}$  شبيهة لرباعيات الأوجه  $\text{P}_4$  في الفوسفور الأبيض العنصري. هذه البنية هي التي يلاحظها المرء فعلاً في البنية البلورية مستخدمين نفس المنطق ، يمكن أن يجادل بأن أنيونات الفوسفور في  $\text{LiP} \equiv \text{Li}^+\text{P}^-$  متساوية إلكترونياً وبالتالي يجب أن يمتلك  $\text{LiP}$  تيجان  $(\text{P}_8^{8-})$  شبيهة بوحدات  $\text{S}_8$  الملاحظة في الكبريت أحادي البناء (monoclinic). في الواقع ، فإن ذرات الفوسفور تكون حلزونات لولبية شبيهة بتلك الملاحظة في عناصر السيلينيوم والتيليريوم. وبالتالي ، لا تلاحظ علاقة تساوي الكتروني أكيدة ، ولكن مفهوم زينتل يقترح بنيات مجموعة ممكنة. مثال آخر يعطينا إياها  $\text{CaSi}_2$  وفيه أن المكون  $[\text{Si}_n]^{n-}$  يكون بنية طبقية تشبه تلك في عنصر الزرنيخ.

يمكن استخدام عدد الالكترونات الكلي بوحدة الصيغة في  $M_xA_y$  لتقدير نوع الحلقة أو الجزيء عديد الأوجه الموجود في بنية الذرات A. إذا كانت لا تكون روابط بين العنصر والعنصر، فإن عدد الكترونات التكافؤ تكون إلى 8، ولكن بانخفاض عدد الالكترونات من 8 فيمكن استخدامها مؤشراً إلى عدد الروابط A-A الموجودة في المكون الأنيوني.

يبين الجدول رقم (١٣،١) أنه عندما يكون عدد الكترونات التكافؤ سبعة، تتكون جزيئات A-A ثنائية البلورة، وعندما يكون ستة، تلاحظ مركبات حلقيية، وللعدد خمسة تنتج جزيئات عديدة الأوجه ثلاثية متصلة. تلاحظ شبكيات شبه معينة بالنسبة إلى أنيونات  $Ga^-$ ،  $In^-$  و  $Tl^-$  في التالي:

ذرات المجموعة 14، Ge، Sn و Pb.  $BaTi_2$ ،  $LiIn$ ،  $LiGa$ ،  $NaTl$  وذلك بسبب علاقات التساوي الالكتروني بينهم وبين

الجدول رقم (١٣،١). أمثلة لتطبيق علاقات زينتل.

الصيغة	عدد الكترونات التكافؤ الكلي	بنية الأنيون	ملاحظات
$Na_3P$	8	$P^{3-}$	--
$Na_2S$	8	$S^{2-}$	--
$[Li_2S_2]$	7	$S_2^{2-}$	شبيهة البنية مع $Cl_2$
$Fe^{II}S_2$	7	$S_2^{2-}$	شبيهة البنية مع Cl
LiAs	6	$As_4^{4-}$ حلقي	حلقات أو
$(InP_3)_{1/3}$	6	$P_6^{6-}$ حلقي	سلسلات لا متناهية
(CaSi)	6	زقراق أو سلسلة لولبية	Se و S قارن
(BaSi <sub>2</sub> )	5	رباعي الأوجه $Si_4^{4-}$	شبيهة البنية مع $P_4$
(CaC <sub>2</sub> )	5	$C_2^{2-}$ أزواج	شبيهة البنية مع $N_2$
(CuSi <sub>2</sub> )	5	طبقات موجة	شبيهة البنية مع $\alpha-As$
NaTl	4	بنية الماسة	

إن الكثير من الأجسام الأنيونية المشاهدة في الأطوار الزيتيلية في حالتها الصلبة لا تشاهد كأجسام مستقرة في المحاليل ، لأن شحنتها السالبة الكبيرة تجعل منها نيكليوفيلات قوية وبالتالي حساسة تجاه أقل قدر من الرطوبة. إن تشييدها بحالة صلبة (الذي يتضمن خلط أو تسخين تحت ظروف جافة النسب الصحيحة من العناصر) عملية مثالية لإنشاء البيئة الجافة اللامائية اللازمة لفصل مثل هذه الأجسام نشطة التفاعل.

لنقاش أكثر تفصيلاً لمركبات زينتل انظر :

U. Müller, Inorganic Structural Chemistry, John Wiley and Sons, Chichester, 1993.

oboeikendi.com

## بعض جداول الضرب المباشر

For  $C_2, C_3, C_6, D_3, C_{2v}, C_{3v}, C_{6v}, C_{2h}, C_{3h}, C_{6h}, D_{3h}, D_{6h}, D_{3d}, S_6$

	$A_1$	$A_2$	$B_1$	$B_2$	$E_1$	$E_2$
$A_1$	$A_1$	$A_2$	$B_1$	$B_2$	$E_1$	$E_2$
$A_2$		$A_1$	$B_2$	$B_1$	$E_1$	$E_2$
$B_1$			$A_1$	$A_2$	$E_2$	$E_1$
$B_2$				$A_1$	$E_2$	$E_1$
$E_1$					$A_1+[A_2]+E_2$	$B_1+B_2+E_1$
						$A_1+[A_2]+E_2$

For  $C_4, D_4, C_{4v}, C_{4h}, D_{4h}, D_{2d}, S_4$

	$A_1$	$A_2$	$B_1$	$B_2$	$E$
$A_1$	$A_1$	$A_2$	$B_1$	$B_2$	$E$
$A_2$		$A_1$	$B_2$	$B_1$	$E$
$B_1$			$A_1$	$A_2$	$E$
$B_2$				$A_1$	$E$
$E$					$A_1+[A_2]+B_1+B_2$

For  $T, O, T_h, O_h, T_d$

	$A_1$	$A$	$E$	$T_1$	$T_2$
$A_1$	$A_1$	$A_2$	$E$	$T_1$	$T_2$
$A_2$		$A_1$	$E$	$T_2$	$T_1$
$E$			$A_1+(A_2)+E$	$T_1+T_2$	$T_1+T_2$
$T_1$				$A_1+E+(T_1)+T_2$	$A_1+E+[T_1]+A_2$
$T_2$					$A_1+E+[T_1]+T_2$

ملاحظة: عموماً،  $A \times A = A$ ,  $A \times B = B$ ,  $A \times T = T$ ,  $B \times B = A$ ;  $B \times E_k = E_k$ ، تستخدم الأقواس المربعة [ ] لتشير إلى التمثيل الذي يعطيه ناتج الضرب غير التماثلي لتمثيل ثنائي مع نفسه ناتج من مفهوم بولي وعدم التباين للإلكترونين يحتلان نفس المدار. أمثلة:

بالنسبة إلى مستويات  $t_{2g}$  الاللكترونية في معقد فلز انتقالي ثماني الأوجه فإن ناتج الضرب المباشر هو:

$$t_{2g} \times t_{2g} = a_{1g} + e_g + t_{1g} + t_{2g}$$

ليعطي المستويات:

$${}^1A_{1g} + {}^1E_g + {}^3T_{1g} + {}^1T_{2g}$$

بالنسبة إلى  $t_{2g}^1 e_g^1$  فإن ناتج الضرب المباشر هو:

$$t_{2g} \times e_g = t_{1g} + t_{2g}$$

معطياً المستويات:

$${}^3T_{1g} + {}^3T_{2g} + {}^1T_{1g} + {}^1T_{2g}$$

بالنسبة إلى  $e_g^2$  فإن ناتج الضرب المباشر هو:

$$e_g \times e_g = a_{1g} + a_{2g} + e_g$$

معطياً المستويات:

$${}^1A_{1g} + {}^3A_{2g} + {}^1E_g$$

بعض جداول الصفة

جداول الصفة لـ  $D_{4h}$  (صفحة ٨٧)  $T_d$  (صفحة ٩١) و  $O_h$  (صفحة ٩٦) مضمنة في المتن

الأساسي:

$C_{2v}$	E	$C_2$	$\sigma_v(xz)$	$\sigma_v(xy)$		
$A_1$	1	1	1	1	z	$x^2, y^2, z^2$
$A_2$	1	1	-1	-1	$R_z$	xy
$B_1$	1	-1	1	-1	x, $R_y$	xz
$B_2$	1	-1	-1	1	y, $R_x$	yz

$C_{3v}$	E	$3C_2$	$3\sigma_v(xz)$		
$A_1$	1	1	1	z	$x^2+y^2+z^2$
$A_2$	1	1	-1	$R_z$	
E	2	-1	0	$(x,y)(R_x,R_y)$	$(x^2-y^2)(xz,yz)$

$D_{2h}$	E	$C_2(z)$	$C_2(y)$	$C_2(x)$	i	$\sigma(xy)$	$\sigma(xz)$	$\sigma(yz)$	
$A_g$	1	1	1	1	1	1	1	1	$x^2,y^2,z^2$
$B_{1g}$	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	$R_z$ xy
$B_{2g}$	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	$R_y$ xz
$B_{3g}$	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	yz
$A_u$	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	
$B_{1u}$	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	z
$B_{2u}$	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	y
$B_{3u}$	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	x

$D_{3h}$	E	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$3S_6$	$3\sigma_v$	
$A_1'$	1	1	1	1	1	1	$x^2,y^2,z^2$
$A_2'$	1	1	-1	1	1	-1	$R_z$
$E'$	2	-1	0	2	-1	0	$(x,y)$ $(x^2-y^2,xy)$
$A_1''$	1	1	1	-1	-1	-1	
$A_2''$	1	1	-1	-1	-1	1	z
$E''$	2	-1	0	-2	1	0	$(R_x,R_y)$ $(xz,yz)$

$D_{2d}$	E	$2S_4$	$C_2$	$2C_2$	$2\sigma_d$	
$A_1$	1	1	1	1	1	$x^2+y^2+z^2$
$A_2$	1	1	1	-1	-1	$R_z$
$B_1$	1	-1	1	1	-1	$x^2-y^2$
$B_2$	1	-1	1	-1	1	z xy
E	2	0	-2	0	0	$(x,y)(R_x,R_y)$ $(xz,yz)$

$C_{4v}$	E	$2C_4$	$C_2$	$2\sigma_v$	$2\sigma_d$	
$A_1$	1	1	1	1	1	$x^2+y^2, z^2$
$A_2$	1	1	1	-1	-1	$R_z$
$B_1$	1	-1	1	1	-1	$x^2-y^2$
$B_2$	1	-1	1	-1	1	xy
E	2	0	-2	0	0	$(x,y)(R_x,R_y)$

oboeikendi.com

## ثبت المصطلحات

أولاً: عربي - إنجليزي



Overlap	ائتلاف
Destabilization	إثارة، تظليل الاستقرار
agostic	أجوستيه
Coordinate	إحداثي
Substitution	إحلال
Primary	أساسي
Essentials	أساسيات
Exclusive	استبعاد
Parameters	إسقاطات
Horizantal	أفقي
Oxidation	أكسدة
Translation	انتقال
Transition	انتقالي

Enthalpy	انثالي
Descent	انخفاض ، نزول ، تناقض
Manifold	اندفاع
Reflection	انعكاس
Degeneracy	انقسام
Splitting	انقسام ، تجزئة
Inversion	انقلاب
Vibration	اهتزاز
Aufbau	أوفباو
Ionic	أيوني

ب

Paramagnetic	بارا مغناطيس
Optical	بصري
Bosons	بوسونات

ت

Consequence	تبعه
Infra red (IR)	تحت الحمراء
Transformation	تحول
Interaction	تداخل
Atomization	تذرية
Trans	ترانس

Systematic	ترتيبى
Frequency	تردد
Covalent	تساهمى
Covalency	تساهمىة
Similarity	تشابه
Classification	تصنيف
Co-operative	تعاونى
Synergic	تعاونى ، تشاركى
Redox reactions	تفاعلات الاكسدة والاختزال
Dissociation	تفكك
Valence	تكافؤ
Summetry	تماثل
Representation	تمثيل
Hydration	تميه ، بلل
Coordination	تناسق
Array	تنظيم
Photoconductivity	توصيل ضوئى
<b>ث</b>	
Tricapped	ثلاثى الغطاء
Octahedral	ثمانى الأوجه
Diatomic	ثنائى الذرات

Electrical dipole

ثنائي القطبية الكهربائي

ج

Graphite

جرافيت

Molecular

جزيئي

ح

Barrier

حاجز

Cyclo

حلقي

خ

Liner

خطي

Pentagonal

خماسي الأوجه

د

Function

دالة

Melting point

درجة الانصهار

Rotation

دوران

Periodic

دوري

ر

Bonding

رابط، ربط

Multiple bond

رابطة مضاعفة

Raman

رامان

Tetrahedral

رباعي الأوجه

Quadrupole

رباعي القطبية

ز

angular

زاوي

Cone angle

زاوية المخروط

س

Transition series

السلسلة الانتقالية

cys

سيس

ش

Semiconductor

شبيه الموصل

Stretch

شد

Band

شريط

Conduction band

شريط التوصيل

ص

Character

صفة، ميزة

Rigid

صلب

ض

Direct product

الضرب المباشر

ط

Stabilization energy

طاقة الاستقرار

Phase

طور

Spectrum

طيف

ظ

Magnetic phenomenon

ظاهرة مغناطيسية

ع

Insulator

عازل

Nido

عشي

Organo-metallic

عضو - معدني

Operation

عملية

Cluster

عقود

Archano

عنكبوتي

Crystal defects

عيوب بلورية

غ

Doped

غمر ، طمر

Irreducible

غير قابل للاختزال (نهائي)

Delocalized

غير موضح

ف

Cavity

فجوة

Band gap	فجوة الشريط
Ferromagnetic	فيرومغناطيس
Ferrimagnetic	فييري مغناطيس
Femions	فيمونات

## ق

Reducible	قابل للاختزال
Polar	قطبي
Alkaline	قلوي
Standard	قياس

## ك

Density	كثافة
Eclipsed	كسوفي

## ل

Non-bonding	لا رابط
Fold	لفة ، طيه
Ligand	ليجاندا

## م

Donor	مانح
Zintl concept	مبدأ زنتل
Vector	متجه

Isoelectronic	متساوي (متشابه إلكترونياً)
Isolobal	متساوي ، متشابه فصيماً
isostructural	متشابه بنائياً
Trigonal bipyramidal	مثلث ثنائي الهرم
Point group	مجموعة (زمرة) النقطة
Axis	محور
Diagram	مخطط
Orbital	مدار
Acceptor	مستقبل
State	مستوى ، حالة
Matrix	مصنوفة
complex	معقد
Spin	مغزل
Closo	مغلق
Magnetic	مغناطيس
Associated	مقترن
Equivalent	مكافئ
Integral	مكامل
Cubic	مكعب
Isomer	مماكب
Metallated	معدن

Localized	موضوع
Back donation	منح ارتجاعي
Forward donation	منح أمامي
Prism	منشور
Antiprism	منشور معكوس
Superconductor	موصلات فائقة

ن

anti-bonding	نابد للارتباط
activity	نشاط
Radius , radii	نصف قطر ، أنصاف أقطار
Group theory	نظرية الزمر
Band theory	نظرية الشريط
Model	نموذج

هـ

Geometric	هندسي
Conformation	هيئة
Configuration	هيئة ، ترتيب

ي

Degenerate	ينقسم
Assign	يوسم

ثانياً: إنجليزي - عربي

**A**

agostic	أجوستيه
angular	زاوي
anti-bonding	نابذ للارتباط
Acceptor	مستقبل
Associated	مقترن
Antiprism	منشور معكوس
Aufbau	أوفباو
Array	تنظيم
Axis	محور
Alkaline	قلوي
Atomization	تذرية
Archano	عنكبوتي
Assign	يوسم
activity	نشاط

**B**

Bonding	رابط ، ربط
Band	شريط
Band theory	نظرية الشريط

Band gap	فجوة الشريط
Back donation	منح ارتجاعي
Barrier	حاجز
Bosons	بوسونات

C

Cyclo	حلقي
complex	معقد
Configuration	هيئة ، ترتيب
Coordinate	إحداثي
Character	صفة ، ميزة
Consequence	تبعه
cys	سيس
Covalent	تساهمي
Covalency	تساهمية
Conduction band	شريط التوصيل
Cavity	فجوة
Crystal defects	عيوب بلورية
Conformation	هيئة
Coordination	تناسق
Co-operative	تعاوني
Closo	مغلق

Cluster	عقود
Classification	تصنيف
Cubic	مكعب
Cone angle	زاوية المخروط

**D**

Degenerate	يتقسم
Degeneracy	انقسام
Diagram	مخطط
Direct product	الضرب المباشر
Descent	انخفاض ، نزول ، تناقض
Donor	مانح
Destabilization	إثارة ، تظليل الاستقرار
Delocalized	غير مومض
Diatomic	ثنائي الذرات
Dissociation	تفكك
Density	كثافة
Doped	غمر ، طمر

**E**

Essentials	أساسيات
Enthalpy	انثاليبي
Electrical dipole	ثنائي القطبية الكهربائي

Eclipsed	كسوفي
Exclusive	استبعاد
Equivalent	مكافئ

**F**

Function	دالة
Forward donation	منح أمامي
Fold	لفة ، طيه
Ferromagnetic	فيرومغناطيس
Ferrimagnetic	فيري مغناطيس
Femions	فيمونات
Frequency	تردد

**G**

Geometric	هندسي
Graphite	جرافيت
Group theory	نظرية الزمر

**H**

Hydration	تميه ، بلل
Horizontal	أفقي

**I**

Interaction	تداخل
-------------	-------

Integral	مكامل
Infra red (IR)	تحت الحمراء
Insulator	عازل
Irreducible	غير قابل للاختزال (نهائي)
Isolobal	متساوي ، متشابه فصياً
Inversion	انقلاب
Isomer	مماكب
Isoelectronic	متساوي (متشابه إلكترونياً)
Ionic	أيوني
isostructural	متشابه بنائياً

L

Ligand	ليجاند
Localized	موضع
Liner	خطي

M

Model	نموذج
Metallated	معدن
Magnetic	مغناطيس
Manifold	اندفاع
Molecular	جزيئي
Melting point	درجة الانصهار

Matrix	مصنوفة
Magnetic phenomenon	ظاهرة مغناطيسية
Multiple bond	رابطة مضاعفة
Non-bonding	لا رابط
Nido	عشي
Overlap	ائتلاف
Organo-metallic	عضو - معدني
Octahedral	ثمانى الأوجه
Orbital	مدار
Oxidation	أكسدة
Operation	عملية
Optical	بصري
Polar	قطبي
Paramagnetic	بارا مغناطيس
Prism	منشور
Pentagonal	خماسى الأوجه
Parameters	إسقاطات

Phase	طور
Primary	أساسي
Periodic	دوري
Photoconductivity	توصيل ضوئي
Point group	مجموعة (زمرة) النقطة

Q

Quadrupole	رباعي القطبية
------------	---------------

R

Radius , radii	نصف قطر، أنصاف أقطار
Rotation	دوران
Raman	رامان
Representation	تمثيل
Reducible	قابل للاختزال
Redox reactions	تفاعلات الاكسدة والاختزال
Rigid	صلب
Reflection	انعكاس

S

Stabilization energy	طاقة الاستقرار
Splitting	انقسام، تجزئة
Spin	مغزل

Semiconductor	شبيه الموصل
Standard	قياس
State	مستوى ، حالة
Summetry	تماثل
Stretch	شد
Substitution	إحلال
Superconductor	موصلات فائقة
Systematic	ترتيبي
Spectrum	طيف
Similarity	تشابه
Synergic	تعاوني ، تشاركي

**T**

Trans	ترانس
Transition	انتقالي
Transition series	السلسلة الانتقالية
Tetrahedral	رباعي الأوجه
Trigonal bipyramidal	مثلث ثنائي الهرم
Tricapped	ثلاثي الغطاء
Transformation	تحول
Translation	انتقال



Valence

تكافؤ

Vector

متجه

Vibration

اهتزاز



Zintl concept

مبدأ زنتل

## كشاف الموضوعات

- أوجستيه ١، ٣  
أوفباو ٨
- أ
- الاتلاف الزاوي ٤، ١٦، ١٨، ٢٥،  
١٢٢، ٥٦  
الآثار الثرموديناميكية ٢٢  
إحداثيات ديكرتية ٩  
اختزال ١٥٠، ١٥٢  
استبدال ١١٧، ١١٩، ١٢٠، ١٢١  
أشباه الموصلات ٦٠  
أشعة تحت الحمراء ٧٠، ٧٩، ٨٩  
أعداد التناسق ٣٥  
أكاسيد ٥٦  
أكسدة ١٤٩، ١٥٠  
انتقالات الكترونية ١٥، ٧٩  
أنصاف الأقطار ٢٤  
انعكاس ١٧٣، ١٧٥  
انقلاب ١٧١، ١٧٣
- ب
- باي ١٧٦  
بلمرة ١٢٧، ١٢٩  
البنية الالكترونية ٣٤، ٣٨
- ت
- التداخلات الثانوية ١  
ترانس ١٨، ١٩  
تردد ١٩٢  
تعاونية ١٢٣  
تفاعلات تجميعية ١١٨، ١٢٠  
تفاعلات تفكيكية ١٢١  
تمائل ١، ١٥، ٣٧

ر

رباعي الأوجه ٣١

روابط ١٥، ٢٤، ٢٥، ٢٧، ٥٣،

٧١، ٧٢، ٧٣، ٧٥، ٨٠، ١٢٤،

١٢٦، ١٢٧، ١٢٨، ١٢٩، ١٣٠،

١٣١، ١٣٦، ١٣٧، ١٤٠، ١٤١،

١٤٢، ١٥١، ١٦١، ١٩٣، ١٩٨،

٢٠٢

روابط مضاعفة ١٩٨

ز

زمر ١٢، ٧٩، ٨٠

زوج الكتروني ١٣٥

س

سبائك ١٦٤، ١٦٥

سطح ٨، ٥٩

سيس ٢٦

ش

شبكة ١٦٥، ١٦٦

التنافر الالكتروني ٧، ٥٢

التوصيل الأيوني ٦٥

ث

ثمانية الأوجه ١٩، ٢٠، ٢١

ج

جدول الصفة ٨٦، ٨٧

جرافيت ٤٦

ح

حرارة التذرية ٤٨

حمض لويس ١٩١

حواجز دورانية ٧٣

خ

خواص مغناطيسية ٢٠

د

دوران ١٧١، ١٧٢

ق

قواعد الانتقاء ١٠٢ ، ١٠٥

ك

كثافة الكترونية ٣ ، ٧٠ ، ٧٦  
كيمياء فراغية ١٥٥

ل

ليجاندا ٤

م

مؤثر ١٠١ ، ١٠٢ ، ١٠٣  
مانح ١٨ ، ٧٤  
محور ٥ ، ٧ ، ٩ ، ٤٣  
محيط كروي ١٥٢  
مخروط ١٩٥ ، ١٩٦  
مخطط المدارات الجزيئية ١١ ، ١٩  
مستقبل ١٧ ، ١٨  
مستويات التكافؤ ٤٥  
مصنوفة ٨٢ ، ٨٣ ، ٨٤  
معقدات ١

شد ٧٠ ، ٩٨ ، ٩٩

شريط التوصيل ٤٥

ض

ضرب مباشر ١٠٥

ط

طاقة الاستقرار ٦ ، ٢٥ ، ٢٨  
طاقة التزاوج ١٣ ، ١٨

ع

عديد الأوجه ١٣٥ ، ١٣٦  
عمليات التماثل ١٧٠  
عناصر التماثل ١٧٠  
عناصر انتقالية ١٤٥  
عنقوديات ١٤٦ ، ١٤٧  
عيوب بلورية ٦٣

ف

فجوة ١٨

فصي ١١٣ ، ١١٥

ن

المغزل ٧، ١٣، ١٤، ١٥، ١٨، ٢٠،
نشاط بصري ١٨٨، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٣٢، ٣٤،
نظرية الشريط ٣٧، ٤٣، ١٠٨، ١١٩، ١٢١،
نقطة ١٧٣، ١٢٢، ١٢٢، ١٥٢، ١٥٣، ١٥٨،

١٦٦

مفرطة التوصيل ١٦٣

مكامل الائتلاف ٤، ٥، ٨

## كتب أكسفورد التمهيدية في الكيمياء

محرري السلسلة ستيفن ج. ديفيس، ريتشارد كومبتون، جون ايفانس، لين ف. جلادن. تعطي هذه السلسلة من الكتب تفسيراً متاحاً لمدى من المواضيع والأساسيات في الكيمياء وفي الهندسة الكيميائية، إن كتب أكسفورد التمهيدية التي كتبت وفي الذهن احتياجات الطالب تمنح المستوى الصحيح المضبوط التفاصيل للدراسة الجامعية وستكون كمصدر للمعلومات المطروحة عامة في محاضرات المقررات ذا قيمة، ولكنها ليست مغطاة بما يكفي في المراجع الموجودة. إن كل المبادئ الأساسية والحقائق في ميدان بعينة معروضة بطريقة واضحة ومباشرة لتعطي تفسيراً مختصراً ولكنه متكامل للمواضيع المغطاة في كل من المسارات والمقررات التخصصية.

إن أساسيات الكيمياء غير العضوية ٢ يعطي مجموعة متاحة من الموضوعات الرئيسة لطلاب المستوى الأعلى في الكيمياء غير العضوية الجامعيين. إن هذا المرجع المختصر بطريقته المنظمة ألفاً بآء لتسهيل الرجوع إليه يعطي معلومات تفصيلية لموضوعات تتراوح بين التداخلات الثانوية الأجوستية إلى علاقات زنتل متساوية الالكترونات. كما هو الحال مع "أساسيات الكيمياء غير العضوية ١" وهو جزء الشهرير المصاحب الخاص لطلاب بالسنوات الأولى الجامعيين، فإن "أساسيات الكيمياء غير

العضوية ٢" سيكون ذا قيمة للكيميائيين بالسنة الثانية والثالثة والرابعة، لبحثوا عن ميادين غير معتادة وليراجعوا الموضوعات استعداداً للاختبارات. هناك مذكرات، موضحة في كل المتن، من أجل قراءات إضافية للطلاب الراغبين في الحصول على رؤية ثاقبة لمواضيع جاذبة.

إن د. م. ب. منجوس - هوسير إدوارد فرانكلاند أستاذ دكتور في الكيمياء غير العضوية في قسم الكيمياء بالكلية الإمبراطورية للعلوم والتقنية والطب بلندن، عميد الكلية الملكية للعلوم. مطبعة جامعة أكسفورد.

#### د. م. ب. منجوس

إن السير إدوارد فرانكلاند أستاذ دكتور في الكيمياء غير العضوية بالكلية الإمبراطورية للعلوم والتقنية والطبية. لندن، وعميد كلية العلوم الملكية.

ممول السلسلة زينيك (ZENECA): إن زينيك شركة عالمية رئيسة تنشط في أربعة مجالات علمية هي: الصيدلانات الزراعية والحبوب، والكيمياويات المتخصصة والمنتجات البيولوجية.

إن مواهب وأفكار زينيك الإبداعية في الكيمياء العضوية والعلوم الحيوية تشيد منتجات وخدمات تحسن من صحة وتغذية بيئة العالم ونوعية الحياة. إن زينيك ملتزمة بدعم تعليم الكيمياء والهندسة الكيميائية.

أكسفورد، نيويورك، طوكيو

مطبعة جامعة أكسفورد

١٩٩٨م