

الفصل الأول

الفصل الأول

١ - مقدمة

١ - ١ تمهيد:

١ - ٢ اللانثانيدات والأكتينيدات The Lanthanides And Actinides

يقسم الجدول الدوري الحديث إلى مجموعات ودورات وقطاعات، والمجموعات (groups) خطوط رأسية ، وتنقسم هذه بدورها إلى مجموعتين فرعيتين هما (A, B) يقع في المجموعة الفرعية (A) جميع عناصر المجموعات الرئيسية ابتداءً من المجموعة الفرعية الأولى (IB) إلى المجموعة الفرعية الثامنة (VIII A)، بينما يقع في المجموعات الفرعية (B) من الأولى وحتى الثامنة جميع العناصر الانتقالية ومجموعتا عناصر اللانثانيدات والأكتينيدات. والتقسيم الثاني للجدول الدوري هو تقسيمه إلى دورات (Periods) وهي الخطوط الأفقية، ويقسم الجدول الدوري إلى سبع دورات يمثل بداية كل دورة غلاف الكتروني جديد، أما التقسيم الثالث والأخير للجدول فهو التقسيم إلى قطاعات (Blocks)، وهذه القطاعات هي (s, p, d, f). ويعنينا هنا القطاع (f) الذي يشغل بمجموعتي عناصر اللانثانيدات والأكتينيدات، ويمكن تجزئة هذا القطاع إلى صفتين. يشغل الصف الأول منه مجموعة عناصر اللانثانيدات (The Lanthanides) وهي مجموعة مكونة من أربعة عشر عنصراً يمتلئ فيها تدريجياً الغلاف (4f) بالإلكترونات، ويضاف لهذه المجموعة عنصر

اللانثانيوم (La) الواقع في القطاع (d) الذي تنسب إليه هذه المجموعة من العناصر، وعنصر السكندنيوم (Sc) واليبتريوم (Y) اللذان يقعان في القطاع (d) لتكوّن معاً العناصر اللانثانية. أما الصف الثاني من هذا القطاع فتشغله المجموعة الأخرى من العناصر وهي مجموعة الأكتينيدات (The Actinides)، وتضم هذه المجموعة أيضاً أربعة عشر عنصراً وهي العناصر التي يمتلئ فيها الغلاف (5f)، وعنصر آخر هو الأكتينيوم (Ac) واقع في القطاع (d)، وهو العنصر الذي تنسب إليه هذه المجموعة من العناصر .

وعلى الرغم من أن اكتشاف العناصر اللانثانية والأكتينية يعود إلى أواخر القرن الثامن عشر الميلادي إلا أنها لم تتل الحظ الوافر من الدراسة والبحث إلا في النصف الثاني من القرن العشرين تقريباً، مثال ذلك الدراسات التي أجريت وتجري الآن على المركبات العضو معدنية للعناصر الانتقالية الداخلية، ومن ناحية أخرى يطيب لبعض الكيميائيين الإشارة إلى العناصر اللانثانية والأكتينية بأنها غير متوقعة، وأنها مختلفة عن العناصر الأخرى. ويمكن القول أن عنصر اليورانيوم (U) اكتسب أهمية كبيرة مع بدء الحرب العالمية الثانية، وإن هذه الأهمية زادت لإمكانية استخدامه في صناعة الأسلحة النووية، ووقوداً نووياً.

تعود البدايات الأولى لاكتشاف عناصر اللانثانيدات إلى الربع الأخير من القرن الثامن عشر الميلادي وبالتحديد في سنة (1787) على يد أحد السويدين الذي اكتشف مادتين استخلص منهما خليطاً من الأكسيد وأطلق عليهما (Ytteria) و (Ceria) ولقد مر قرن كامل لكي تفصل كل العناصر اللانثانية ويتم التعرف عليها. وبتحليل هذه الأكاسيد وُجد أن أكسيد (Ceria) يحتوي على اللانثانيوم (La) وستة عناصر أخرى هي السيريوم (Ce)، والبراسيديوم (Pr)، والنيوديميوم (Nd)، والسماريوم (Sm)، واليوربيوم (Eu)، والجادلينيوم (Gd). أما أكسيد (Ytteria) فوجد أنه يحتوي على

عناصر المجموعة الثالثة (IIIb)، وتضم السكنديوم (Sc)، واليتريوم (Y) بالإضافة لثمانية عناصر لانثانية هي: الجادلينيوم (Gd)، والتربيوم (Tb)، والديسبروزيوم (Dy)، والهولميوم (Ho)، والاربيوم (Er)، والثوليوم (Tm)، واليتيربيوم (Yb)، واللوتيتيوم (Lu)، ويستثنى من هذه المجموعة عنصر البروميثيوم (Pm) الذي لم يتم اكتشافه حتى عام (1947) عندما فصل من النفايات الناتجة عن تفتت اليورانيوم .

١ - ٣ استخدامات اللانثانيدات

على الرغم من أن عناصر اللانثانيدات تمثل نسبة ليست بالقليلة (سدس مجموع عناصر الجدول الدوري) إلا أن الملاحظة استخداماتها للأغراض التجارية، ولعل ذلك يعزى لكلفتها العالية، ومن المجالات المعروفة للاستخدام في الوقت الحاضر تصنيع محاليل صلبة من كلوريد السيريوم المائي ($CeCl_3 \cdot 6H_2O$) وعنصر لانثاني آخر يضاف بنسبة ضئيلة لزيادة قوة الماجنيسيوم وقدرته على مقاومة التآكل، والذي يستخدم في المحركات النفاثة (Jet Engines)، وتضاف المادة أيضاً لمعادن أخرى مثل: الألومنيوم المستخدم في صناعة الأسلاك الكهربائية (Electric Cables) وللنحاس عند تصنيع الموصلات (Conductors).
ويلخص الجدول (١ - ١) أهم استخدامات بعض المركبات اللانثانية.

جدول (١ - ١) أهم استخدامات بعض المركبات اللانثانية

مجال الاستخدام	المركب اللانثاني
مادة مؤكسدة	Ce (OH) ₄
مادة مؤكسدة	(NH ₄) ₂ [Ce (NO ₃) ₆]
إضافتها لخليط المعدن غير الحديدية	Mischmetal
صناعة التليفزيون الملون	Y (Eu) VO ₄
صناعة الخزف	Pr ₂ O ₃
سائل الليزر	NdO ₃

١ - ٤ تسمية العناصر

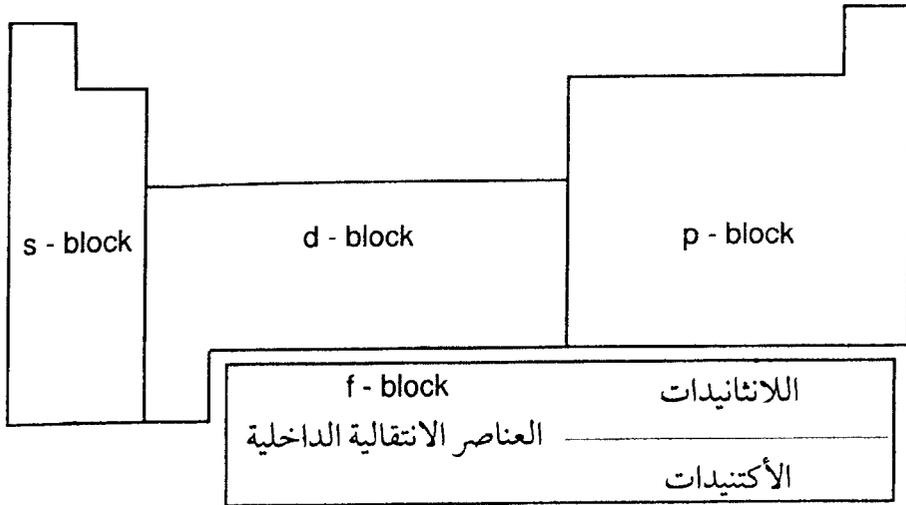
عُرفت العناصر اللانثانية بمجموعة من الأسماء منذ اكتشافها قبل قرنين تقريباً وهذه الأسماء هي:

١-٤-١ العناصر الأرضية النادرة The Rare Earth Elements

يطلق هذا الاسم لأن العناصر تم الحصول عليها أصلاً على هيئة أكاسيد لمعادن نادرة نسبياً، ولأن كلمة (earth) كانت تطلق فيما مضى على الأكاسيد، ولا يزال يستخدم هذا الاسم دلالة على ندرة العناصر اللانثانية ومصدرها.

١-٤-٢ عناصر انتقالية من النوع (f) Type Transition Elements

تعود التسمية هنا من ناحية لمشابهة هذه العناصر للعناصر الانتقالية في بعض الخواص الطبيعية والكيميائية، ولعل الأهم من ذلك الملاء التدريجي للغلاف الرابع وبالتحديد للغلاف (4f) بالإلكترونات بدلاً من الغلاف (5d)، لامتلاء كل من الغلافين (5s و 5p) حيث يضاف إلكترون واحد لكل عنصر ابتداءً من عنصر السيريوم (Ce) وانتهاءً بعنصر اللوتيتيوم (Lu)، ولعل هذه الإضافة التدريجية للإلكترونات في الغلاف الداخلي (Inner Shell) مسؤولة عن التشابه الكبير بين هذه العناصر والعناصر الانتقالية، ولهذا السبب فهناك من يطلق على هذه العناصر اسماً آخر هو العناصر الانتقالية الداخلية (Inner Transition Elements)، كما في شكل (١ - ١) التالي:



شكل ١-١ تخطيط لقطاعات الجدول الدوري.

١ - ٤ - ٣ اللانثانيدات The lanthanides

" اللانثيدات " هو الاسم الذي تعرف به هذه العناصر الآن، وهو مشتق من اسم العنصر الأول من العناصر اللانثانية، وهو عنصر اللانثانيوم ورمزه (La)، كما تعرف العناصر باسمين آخرين مشتقين من عنصر اللانثانيوم هما اللانثانونات، (The Lanthanons)، واللانثانويدات (The Lanthanoides).

١ - ٥ وجود العناصر

كما سبقت الإشارة إلى أن الأسماء المتعارف عليها للعناصر اللانثانية هي العناصر النادرة، ولعل من دلالة التسمية لهذا الاسم ضالة الموجود منها في الطبيعة، والواقع أنه بمقارنة قيم وفرة هذه العناصر مع مثيلاتها لعناصر أخرى من مجموعات مختلفة، يلاحظ وفرة هذه العناصر كما يتضح ذلك من الجدول التالي:

جدول ١ - ٢ وفرة اللانثانيدات بالمقارنة لبعض العناصر الأخرى

عناصر أخرى		الوفرة بوحددة (ppm)		اللانثانيدات		
	العدد الذرى	عناصر أخرى	اللانثانيدات	العدد الذرى		
Be	4	6	5	21	Sc	سكنديوم
B	5	< 3	28	39	Y	يتريوم
N	7	46.3	18	57	La	لانثانوم
Co	27	23	46	58	Ce	سيريوم
Cu	29	70	5.5	59	Pr	برازادميوم
Ga	31	15	24	60	Nd	نيوديميوم
Ge	32	7	4.5×10^{-20}	61	Pm	برميشيوم
As	33	5	6.5	62	Sm	سماريوم
Br	35	1.62	1.0	63	Eu	يوربيوم
Mo	42	2.5-15	6.4	64	Gd	جادولينيوم
Ag	47	0.1	0.91	65	Tb	تربيوم
Cd	48	0.15	4.5	66	Dy	ديسبورزيوم
Sn	50	40	1.2	67	Ho	هوليوم
Sb	51	1.0	3.0	68	Er	اربيوم
I	53	0.1	0.3	69	Tm	ثوليوم
Pb	82	16	2.7	70	Yb	يتريوم
Bi	83	0.2	0.8	71	Lu	لوتيتيوم

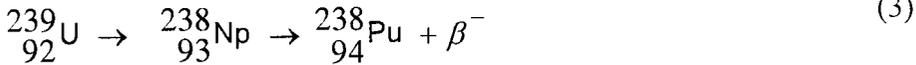
ولهذه العناصر مصدران أساسيان هما المونازيت (Monazite) والباستنسايت (Bastnaesite) وكل منهما يحتوي على مجموعة من العناصر (جدول ١ - ٣) فالثاني مثلاً يستخدم إذا كان المراد الحصول على كميات قليلة جداً لتفادي التعامل مع عنصر الثوريوم المشع الموجود في المونازيت، والذي يتصف بدوره بأنه معدن صلب، ومقاوم للعوامل الجوية، ويوجد على الشواطئ، كما أنه (طمي) (Alluvial) مع معادن أخرى مثل: الزركون والذهب (Ilmenite Cassiterite)، ويبين جدول (١ - ٣) مصدر وتركيب بعض العناصر اللانثانية:

جدول ١ - ٣ أماكن وتراكيب بعض العناصر اللانثانية في خاماتها

المعدن	العنصر	التركيب	مكان وجوده
المونازيت MPO ₄	مجموعة السيريوم Pr Nd Sm	49-74 % 5 % 14 % 2 %	جنوب الهند البرازيل أستراليا
	مجموعة اليتريوم Th	1-4 % 10 %	ماليزيا
الباستنسايت MFCO ₃	مجموعة السيريوم مجموعة اليتريوم	64 - 70 % 1 %	الولايات المتحدة الدول الاسكندنافية

١ - ٦ الأكتينيدات The Actinides

يعد عنصر اليورانيوم أول عنصر أكتيني يُكتشف، وقد تم ذلك سنة (1803) على يد العالم الألماني (Klaporth)، تلا ذلك أن اكتشف العالم السويدي برزيليوس (Berzelius) عنصر الثوريوم الذي تمكن من فصله باختزال رابع كلوريد الثوريوم باستخدام البوتاسيوم، وقد فتح بهذا الاكتشاف المجال للحصول على عنصر اليورانيوم سنة (1861) ثم بقية العناصر الأكتينية فيما بعد، ولعل مما يستحق الإشارة إليه هنا في موضوع الأكتينيدات أنه أمكن الحصول على مجموعة كبيرة من العناصر بتفاعلات نووية باستخدام عناصر أكتينية أو غير أكتينية أخرى، ومن أمثلة هذه التفاعلات:



١ - ٦ - ١ استخدامات الأكتينيدات

تستخدم العناصر الأكتينية في المفاعلات النووية ذات الأغراض المتعددة، مثال ذلك: تحول الطاقة الإشعاعية إلى كهربائية، ومن أهم النظائر المستخدمة لهذه الأغراض البلوتونيوم (${}_{94}^{238}\text{Pu}$) الذي عمر النصف له ($t_{1/2} = 86.4 \text{ year}$)

والأمريكيوم ($^{242}_{95}\text{Am}$) وعمر نصفه (433 year) وكذلك الكيوريم ($^{242}_{96}\text{Cm}$) الذي له عمر النصف (162.5 day)، وعلى أي حال فإن الطاقة الناتجة عن هذه العناصر تتناسب عكسياً مع عمر النصف لكل عنصر. يوضح الجدول أدناه إنتاج النيوترونات (n/sec) ويعطي مقارنة عكسية مع عمر النصف لبعض الأنوية الأكتينية:

جدول ١-٤ الأكتينيدات مصدر للنيوترونات

المصدر	عمر النصف	إنتاج النيوترون* (n/sec) لكل وحدة كوري
$^{239}\text{Pu} - \text{Be}$	2.4×10^4 year	2.0×10^6
$^{241}\text{Am} - \text{Be}$	433 year	2.0×10^6
$^{238}\text{Pu} - \text{Be}$	86.4 year	2.8×10^6
$^{244}\text{Cm} - \text{Be}$	18.1 year	3×10^6
^{252}Cf	2.65 year	4.4×10^6

وفيما يلي نورد بعض الأمثلة لتفاعلات نووية وقيم أعمار النصف لبعض النظائر[†]:

* تفاصيل أخرى في الفصل السادس.

† تفاصيل أخرى في الفصل السادس.



١ - ٧ الخواص العامة للثانيدات والأكتينيدات

لثانيدات والأكتينيدات خواص عامة يمكن إجمالها فيما يأتي:

١ - وقوعهما في الدورتين السادسة والسابعة من الجدول الدوري وبالتحديد في القطاع (f).

٢ - يمتلئ كل من الغلاف (4f و 5f) تدريجياً بالإلكترونات ويبدأ الملء بعنصري (Th, Ce) على الترتيب.

٣ - تكون جميع عناصر المجموعتين حالة الأكسدة الثلاثية وإضافة لهذه الحالة التأكسدية تكون بعض العناصر حالات أكسدة أخرى تمتاز بالثبات كالثنائية والرابعة*.

٤ - من المفترض أن يكون الترتيب الإلكتروني لهذه العناصر كما يلي:

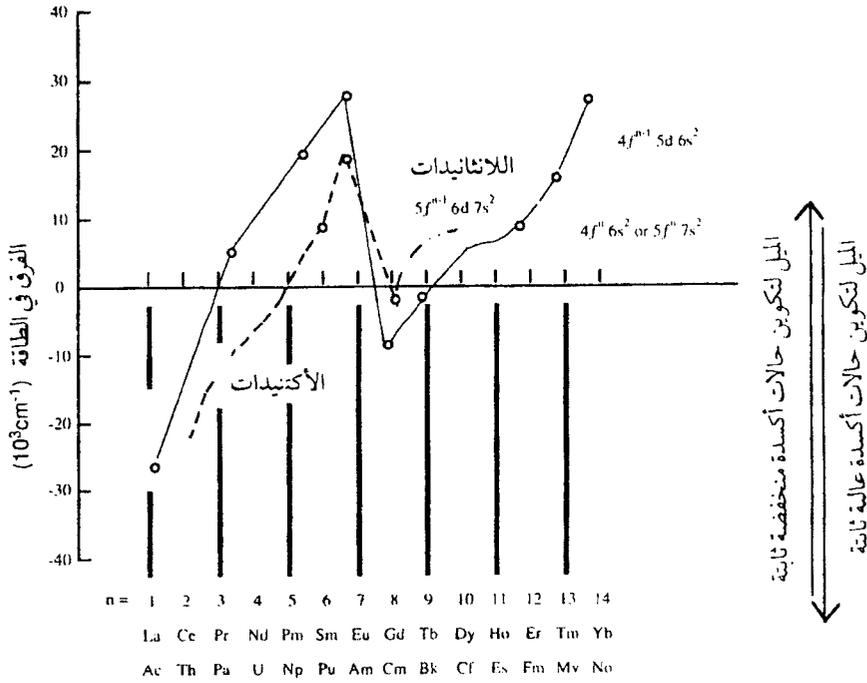
$$nf^{0-14} (n+1) d^{0,1} (n+2) s^2$$

* سيتم مناقشة ذلك بالتفصيل في الفصل الثاني.

إلا أن الملاحظ اختلاف الترتيب الإلكتروني عن هذا التصور لبعض عناصر المجموعتين* .

٥ - تتشابه الخواص الكيميائية لمجموعي اللانثانيدات والأكتينيدات بالقدر الذي ساعد على التنبؤ بصفات بعض العناصر الأكتينية المشعة المحضرة صناعياً من ناحية، ومن ناحية أخرى زاد ذلك من صعوبة فصل العناصر عن بعضها قبل اكتشاف الطرق الحديثة للفصل.

٦ - الطاقات النسبية للغلافات (4f, 5d) و (5f, 6d) متشابهة وحساسة للملء بالإلكترونات (شكل ١ - ٢):



شكل ١ - ٢ الطاقات النسبية التقريبية للتوزيعات الإلكترونية ($f^{n-1} d s$ و $f^n s^2$).

* سيتم مناقشة هذا بالتفصيل في الفصل الثاني.

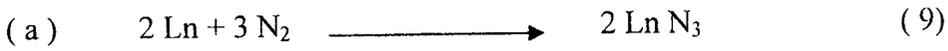
يتضح من الشكل (١ - ٢) أن الحاجة لكمية من الطاقة للانتقال الإلكتروني من النوع (5f → 6d) أقل من تلك الطاقة المطلوبة للانتقال من النوع (4f → 5d)؛ وذلك بالنسبة للعناصر في النصف الأول من السلسلتين، إلا أن النصف الثاني منها يتشابه ويتقارب أكثر.

كما أن الشكل يوضح التقارب في طاقة المدارات (5f, 6d, 7s, 7p) لعدد من عناصر الأكتينيدات (U, Np, Pu, Am) وطالما أنها تأتلف فراغياً، فإن الروابط المكونة يمكن أن تستخدم كل هذه المدارات أو جزءاً منها، وهذه الحقيقة تنعكس على مقدرة الأكتينيدات المتزايدة على تكوين المعقدات عكس الارتباط الأيوني لللانثانيدات. ويعزى الفرق في كيمياء السلسلتين لاشتراك الكترونات (5f) في الهجين المكون للروابط التساهمية.

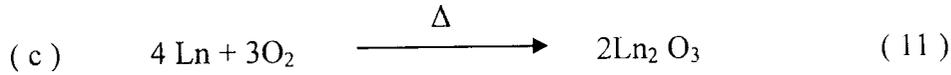
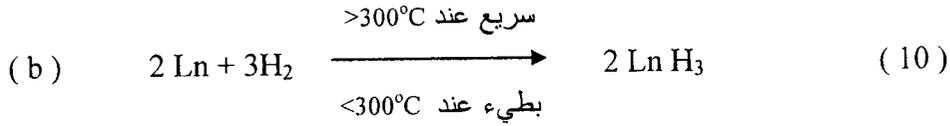
يشير هذا التقارب في مستوى طاقة المدارات إلى سهولة الانتقال الإلكتروني فيما بينهما (مثلاً 5f → 6d) لدرجة أن الطاقة المطلوبة لا تتعدى حدود طاقة الربط الكيميائية. وبالتالي فإن البنية الإلكترونية للعنصر الواحد لعدد أكسدة معين قد تختلف بين المركبات ومحاليلها وتعتمد على طبيعة الليجاند.

٧ - تتصف العناصر اللانثانية بنشاط كيميائي كبير وكهروموجبية عالية (الصفة الفلزية) فهي تتفاعل بشدة مع الماء مطلقة الهيدروجين، كما أنها تذوب في الأحماض عدا حمضي فلوريد الهيدروجين والفسفور لصعوبة ذوبان فلوريدات وفوسفات العناصر.

٨ - تتحد هذه العناصر مع اللامعادن مكونة مركبات ثابتة مع ملاحظة أن الفعالية تقل من عنصر (La) إلى (Lu) وتشبه في فعاليتها عند مفاعلها مع اللامعادن، ومن أمثلة هذه التفاعلات:

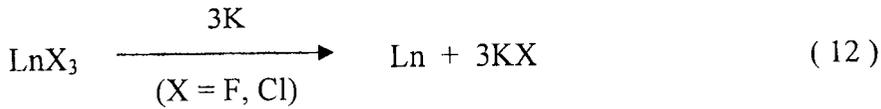


حيث ترمز Ln لعنصر لانثاني.



٩ - تكون هذه العناصر أملاحاً ذائبة في الماء مثل النتريدات والكلوريدات والكبريتات، وأخرى شحيحة الذوبان مثل الفلوريدات والكربونات.

١٠ - يمكن الحصول على بعض هذه العناصر باختزال كلوريداتها أو فلوريداتها بمعدن البوتاسيوم:



يتم الحصول على العناصر اللانثانية الخفيفة وهي (La → Gd) باختزال كلوريداتها (LnCl₃) بعنصر الكالسيوم عند درجة حرارة تصل لـ (1000 °C) أو أكثر. أما العناصر الثقيلة (Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb) فيتم الحصول عليها باختزال فلوريداتها (LnF₃) لأن كلوريدات العناصر الثقيلة متطايرة.

ويحصل على (Pm) باختزال الكلوريد (PmCl₃) باستخدام الليثيوم أما الكلوريدات (EuCl₃, SmCl₃, YbCl₃) فتختزل إلى الحالة الثنائية (EuCl₂, SmCl₂,

(YbCl₂). باستخدام الكالسيوم، ويمكن الحصول على العنصر باختزال الأكسيد (Ln₂O₃) باستخدام الليثيوم عند درجة حرارة عالية.

١ - ٨ مقارنة بين اللانثانيدات والعناصر الانتقالية

تتميز مجموعة العناصر اللانثانية بمجموعة من الخواص تميزها عن العناصر الأخرى في الجدول الدوري، ويمكن إجراء مقارنة بين مجموعة العناصر اللانثانية والعناصر الانتقالية في بعض الخواص المميزة لكل منهما تشمل:

١ - ٨ - ١ طاقة التأين

وهي الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من الذرة بحالتها الغازية، وعند مقارنة قيم طاقات التأين الثلاث الأولى لكل من مجموعتي العناصر يلاحظ انخفاض هذه القيم لمجموعة العناصر اللانثانية، حيث تتراوح ما بين ($3500 - 4200 - \text{J.mol}^{-1}$) بالمقارنة لقيمتي طاقة التأين لعنصري الكروم والنحاس ($5230 \text{ kJ. mol}^{-1}$, Cr) و (5640 J.mol^{-1} , Cu)، ويعزى انخفاض طاقة التأين الثالثة للعنصر اللانثاني عن العنصر الانتقالي لفقد الإلكترون الثالث من الغلاف (4f) الموجود بعمق الذرة (المحجوب بالإلكترونات كل من 5s, 5p)، ويوضح الجدول (١-٥) قيم طاقات التأين الثلاث الأولى للعناصر اللانثانية:

جدول ١-٥ بعض الخواص الأيونية لللانثانيدات

العنصر	الترتيب الإلكتروني			نصف القطر	مجموع طاقات التأين الثلاث الأولى بـ $\text{kJ/mol} \times 10^3$
	M^{2+}	M^{3+}	M^{4+}	بوحدّة (Å) M^{3+}	
La	$5d^1$	$4f^0$		1.061	3.355
Ce	$4f^2$	$4f^1$	$4f^0$	1.034	3.324
Pr	$4f^3$	$4f^2$	$4f^1$	1.013	3.627
Nd	$4f^4$	$4f^3$	$4f^2$	0.995	3.694
Pm	—	$4f^4$	—	0.979	3.740
Sm	$4f^6$	$4f^5$	—	0.964	3.871
Eu	$4f^7$	$4f^6$	—	0.950	4.031
Gd	$4f^7$	$4f^7$	—	0.938	3.752
Tb	$4f^9$	$4f^8$	$4f^7$	0.923	3.786
Dy	$4f^{10}$	$4f^9$	$4f^8$	0.908	3.898
Ho	$4f^{11}$	$4f^{10}$	—	0.894	3.920
Er	$4f^{12}$	$4f^{11}$	—	0.881	3.930
Tm	$4f^{13}$	$4f^{12}$	—	0.869	4.0437
Yb	$4f^{14}$	$4f^{13}$	—	0.858	4.1934
Lu	—	$4f^{14}$	—	0.848	3.8855

١ - ٨ - ٢ حرارة التذرية

هي الحرارة اللازمة لتحويل بلورات المعدن إلى ذرات غازية، وهي مقياس لقوة الربط بين الذرات، كما أنها مؤشر لقسوة المعدن أو ليونته. وعند مقارنة قيم درجات التذرية لمجموعتي العناصر يتبين أن لعناصر اللانثانيدات درجات تذرية أقل، ولعل هذا يعزى لوجود إلكترونات العناصر الانتقالية في الغلافات (nd) مما يجعلها أقسى من اللانثانيدات التي تقع إلكتروناتها في الغلاف (4f)، ويبين الجدول ٦-١ قيم درجات التذرية، أما جدول ٧-١ فيوضح حرارة التذرية، ودرجة الانصهار لعنصر اللانثانيوم مقارنة بعناصر أخرى:

جدول ٦-١ درجات التذرية (ΔH_f° لذرة واحدة في الحالة الغازية) بوحدة

kJ. mol^{-1}

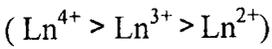
العنصر	حرارة التذرية	العنصر	حرارة التذرية
Ce	419	Tb	389
Pr	356	Dy	291
Nd	328	Ho	301
Pm	301	Er	317
Sm	207	Tm	232
Eu	178	Yb	152
Gd	398	Lu	376

جدول ١ - ٧ مقارنة قيم حرارة التذرية ودرجة الانصهار لعنصر اللانثانيوم مع بعض العناصر

العنصر	Re	W	Ta	Hf	Ba	Cs	La
حرارة التذرية kJ. mol ⁻¹	779±8	849±13	782±6	611±17	182	79	423±6
درجة الانصهار °C	3150	3380	2997	2300	704	28.7	920

١ - ٨ - ٣ تكوين المركبات المعقدة

لكل من المجموعتين (الانتقالية واللانثانية) القدرة على تكوين المركبات المعقدة. والملاحظ تكون مثل هذه المركبات المعقدة للعناصر اللانثانية بشحنات موجبة عالية عند مقارنتها بتلك التي تكوّنّها العناصر الانتقالية، وهي في هذه السمة أقرب ما تكون للعناصر القلوية منها للعناصر الانتقالية. وترتيب ميل الأيونات الرباعية والثلاثية والثنائية لعناصر اللانثانيدات لتكوين المركبات المعقدة هو:

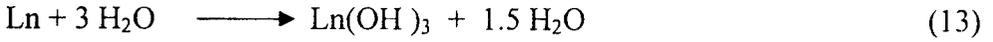


والسبب هو أن أيون اللانثانيوم يميل لجذب الليجاند بقوة إلكتروستاتيكية. ومن



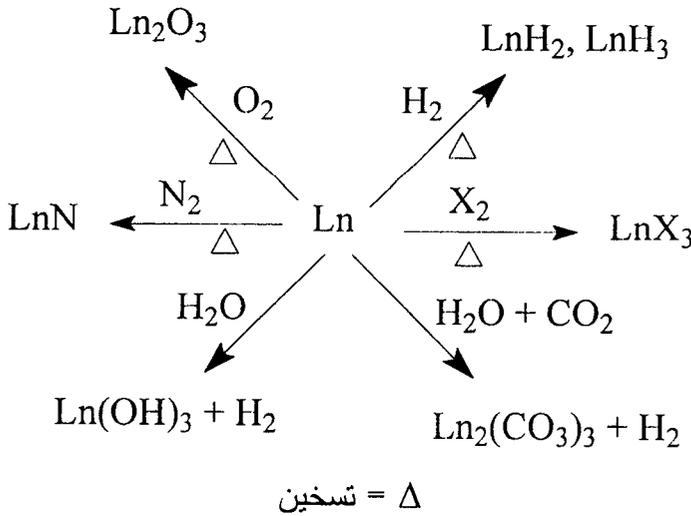
١ - ٨ - ٤ النشاط الكيميائي

تزداد فعالية العناصر اللانثانية عن العناصر الانتقالية، ويمكن اعتبار أن تفاعل العنصر اللانثاني مع الماء وانطلاق الهيدروجين دلالة على ازدياد نشاط العناصر اللانثانية مقارنة بالعناصر الانتقالية.



وتزداد هذه الفعالية مع ازدياد الوزن الذري تماماً كما هو الحال في مجموعات القطاع (s).

يوضح المخطط أدناه بعض هذه التفاعلات ، ويلاحظ التشابه مع تفاعلات مجموعات العناصر الواقعة في القطاع (s).



ويوضح تكوين الهيدريدات بالتفاعل المباشر بين المعدن اللانثاني والهيدروجين الخاصة الانتقالية لهذه العناصر.

١-٨-٥ الخواص المغناطيسية*

تختلف الخواص المغناطيسية لأيونات العناصر اللانثانية عن أيونات العناصر الانتقالية، ويظهر هذا الاختلاف عند رسم العلاقة بين الاستجابة المغناطيسية (Magnetic Susceptibility) وعدد الإلكترونات في كل من الغلافين (f, d)، فأيونات العناصر الانتقالية تزداد استجابتها المغناطيسية بزيادة عدد الإلكترونات المفردة في الغلاف (d)، أما أيونات العناصر اللانثانية فتتأثر الاستجابة بكيفية تحرك الإلكترونات في المدارات الفرعية للغلاف (4f)، وبالحجب الحاصل لإلكترونات هذا الغلاف لوجوده في عمق الذرة مما أبعدته عن المؤثرات الخارجية.

١ - ٨ - ٦ الخواص الطيفية*

يتضح عند مقارنة أطيف الامتصاص لأيونات الثلاثية لكل من العناصر الانتقالية واللانثانيدات أن هناك اختلافاً في حدة الامتصاص بين هذه الأيونات، والملاحظ أن أطيف الامتصاص لأيونات العناصر اللانثانية أكثر حدة من تلك لأيونات العناصر الانتقالية، ولعل ذلك يعزى لحجب إلكترونات الغلاف (4f) بالإلكترونات (5s, 5p).

* تفاصيل أخرى في الفصل الثاني.

١ - ٩ مقارنة اللانثانيدات بالعناصر القلوية الأرضية*

ستقتصر المقارنة هنا بين عنصرَي اليوروبيوم (Eu) واليتيربيوم (Yb) اللانثانيين، وعنصرَي الكالسيوم (Ca) والإسترانشيوم (Sr) القلويين الأرضيين في النقاط التالية:

١ - ٩ - ١ أنصاف الأقطار الذرية والأيونية

يلاحظ تقارب أنصاف أقطار هذه العناصر الأربعة بوحدة الانجستروم (Å) مما يبرر وجود الشبه بين العناصر الأربعة:

Eu	2.04	Sr	2.15
Yb	1.92	Ca	1.97

كما يلاحظ أيضاً تقارب أنصاف أقطار الأيونات ثنائية الأكسدة لهذه العناصر الأربعة :

Eu ²⁺	1.12 Å	Sr ²⁺	1.13 Å
Yb ²⁺	0.94 Å	Ca ²⁺	0.99 Å

١ - ٩ - ٢ الكثافة

للعنصرين اللانثانيين (Eu , Yb) كثافة أعلى من العنصرين القلويين الأرضيين (Ca , Sr) بوحدة g/cm³:

* تفاصيل أخرى في الفصل الثاني.

Eu 5.26	Ca 1.55
Yb 6.98	Sr 2.6

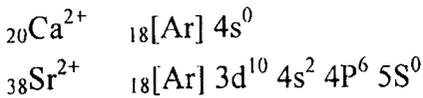
١ - ٩ - ٣ حرارة التذرية

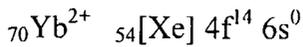
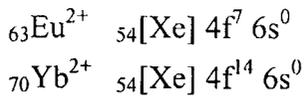
تقل قيم حرارة التذرية للعنصرين اللانثانيين عن العنصرين القلويين الأرضيين، ويعزى هذا لوجود إلكترونات العناصر اللانثانية في الغلاف (4f).

Eu	178	kJ mol^{-1}
Yb	152	kJ mol^{-1}

١ - ٩ - ٤ حالة الأكسدة الثنائية

تكون العناصر الأربعة (Yb, Eu, Ca, Sr) حالة الأكسدة الثنائية الثابتة، ويعزى هذا الثبات للترتيب الإلكتروني المميز لهذه العناصر، وهو ترتيب الغاز النبيل لعنصري (Ca, Sr) القلويين الأرضيين، أما بالنسبة للعنصرين اللانثانيين فترتيبهما المميز بالثبات يعزى لنصف امتلاء الغلاف (4f) في عنصر (Eu) وامتلائه في (Yb):





١ - ٩ - ٥ الذوبان في النشادر السائل

تذوب كل العناصر الأربعة (Yb, Eu, Ca, Sr) في النشادر السائل مكونة محلولاً إلكتروليتيّاً جيد التوصيل للتيار الكهربائي؛ مما يؤهلها لتكون مواد مختزلة قوية، وذات فائدة في الكيمياء التحضيرية*.

* انظر كتاب "المدخل إلى كيمياء المحاليل اللامائية" مرجع رقم (١٠).