جامعة الموصل / كلية الهندسة
قسم هندسة السدود والموارد المائية
المرحلة الاولى

اسم المادة / الكيمياء - Chemistry

عنوان المحاضرة / الجدول الدوري

استاذ المادة / د. صالح محمد صالح مصطفى زكريا

منصة التواصل الالكتروني / Meet & Google Classroom

مصادر المحاضرات

1- كتاب مبادئ الكيمياء العامة

د. محي الدين بكوش ، د. نوري بسيبسو ، ياسر حورية و د. نبيل شيخ قروش

2- كتاب اسس الكيمياء العامة والفيزياء

اعداد د. عمر عبد الله الهزازي

3- سلسلة امور كيميائية

تاليف الان بي كوب

4- GENERAL CHEMISTRY

Prof. Dr. Talaat I. El-Emary

خالص الشكر والتقدير لجهود الاساتذة اعلاه

الكيمياء / الجدول الدوري للعناصر

مفردات المحاضرة

3.0 مدخل

3.1 تصنيف العناصر

3.2 بعض خصائص العناصر

3.3 النظرة الحديثة للذرة

3.4 الجدول الدوري

صيغة كتابة العنصر داخل الجدول الدوري

وصف الجدول الدوري

أنواع العناصر

الخواص العامة للعناصر

هيكلية وخصائص الجدول الدوري

تدرج صفات العناصر في الجدول الدورى

مفردات المحاضرة

3.0 مدخل :

سنتعرف في هذا الموضوع على تصنيف العناصر ، بعض خصائص العناصر ، والجدول الذي يضم جميع هذه العناصر والمعروف بالجدول الدوري.

3.1 تصنيف العناصر

تتمثل إحدى أبسط طرق تصنيف العناصر في تقسيم العناصر إلى ثلاث فئات:

1- المعادن .

2- اللافلزات

3- الفلزات.

3.2 بعض خصائص العناصر

1- بعض خصائص المعادن

أكثر من 70٪ من العناصر عبارة عن معادن ، ومن الأمثلة على ذلك الحديد (Fe) والألمنيوم (Al) والنحاس (Cu). لها مظهر مميز ، لامع مع بريق. المعادن لها القدرة على التشوه (المرونة) دون الانكسار عند الاصطدام بالمطرقة والتمدد عند السحب. تسمى قدرة المعدن على التمدد عند سحبه من الاتجاهين المعاكسين اللدونة. كما أنها موصلة جيدة للحرارة. بعض المعادن شديدة التفاعل مثل الصوديوم ، في حين أن المعادن الأخرى مثل الذهب غير متفاعلة للغاية. بعض المعادن صلبة جدا ، والبعض الآخر لينة جدا. الكروم (Cr) والحديد (Fe) مثالان على المعادن الصلبة ؛ الذهب والرصاص مثال على تلك الناعمة. الصوديوم معدن ناعم أيضًا. كما تمتاز المعادن باختلاف درجات نقطة الانصهار ، حيث يحتوي التنجستن على أعلى نقطة انصهار تبلغ (3400) درجة مئوية. بينما الزئبق لديه أدنى نقطة انصهار تبلغ (-38) درجة مئوية. الزئبق معدن سائل عند درجة حرارة الغرفة ، يشيع استخدامه في موازين الحرارة.

2- بعض خصائص اللافلزات

توجد اللافلزات بثلاث حالات : غازية وسائلة وصلبة وتغطي خصائص اللافلزات نطاقًا واسعًا . بعض اللافلزات كالغازات ، مثل الأكسجين (O) والنيتروجين (N) والهيدروجين (H) .
ومثال لبعض اللافلزات السائلة (بروم) (Br). ومثال على اللافلزات الصلبة مثل الكربون C ، واليود (I).

تختلف اللافلزات عن بعضها البعض في خواصها الكيميائية. الفلور ، على سبيل المثال ، شديد التفاعل ، بينما الهيليوم خامل (غير متفاعل تمامًا)

3- بعض خصائص الفلزات

الفلزات (تسمى أيضًا أشباه المعادن) هي عناصر لها خصائص بين المعادن واللافلزات. أشهر مثال على ذلك هو عنصر السيليكون. والزرنيخ (As) والأنتيمون (Sb). تكون الفلزات عادةً أشباه موصلات - فهي توصل الكهرباء ، ولكن أضعف من المعادن.

3.3 النظرة الحديثة للذرة

ذرات عناصر اية مادة تتكون من جسيمات اصغرمن الذرة مثل البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.

نواة الذرة هي جسيمات صغيرة وكثيفة جدًا وتقع في مركز كل ذرة.

وتحتوي النواة على البروتونات والنيوترونات بينما تملأ الإلكترونات الفراغ حول النواة.

عدد البروتونات في النواة يشار إليه بالعدد الذري للذرة ، وعدد البروتونات يساوي عدد الإلكترونات التي يجب أن تمتلكها الذرة حتى تكون محايدة كهربائيًا.

عدد كتلة الذرة يساوي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات .

العدد الذري = عدد البروتونات

عدد البروتونات = عدد الالكترونات

عدد كتلة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

3.4 الجدول الدوري

الجدول الدوري، أو جدول مندليف، يضم العناصر الكيميائيّة التي تم اكتشافها، حيث تم ترتيب هذه العناصر، وفق الزيادة في أعدادها الذرية، كما تم ترتيب العناصر المتشابهة في الخصائص، في نفس الصف أو العمود.

عندما قام العالم مندليف ببناء الجدول الدوري ، لم يتم اكتشاف جميع العناصر في ذلك الوقت لذلك أُجبر على ترك فراغات عرضية في جدوله من اجل تثبيت العناصر التي ستكتشف في المستقبل ومن أجل الحصول على عناصر متشابهة دائمًا في نفس العمود أو المجموعة.

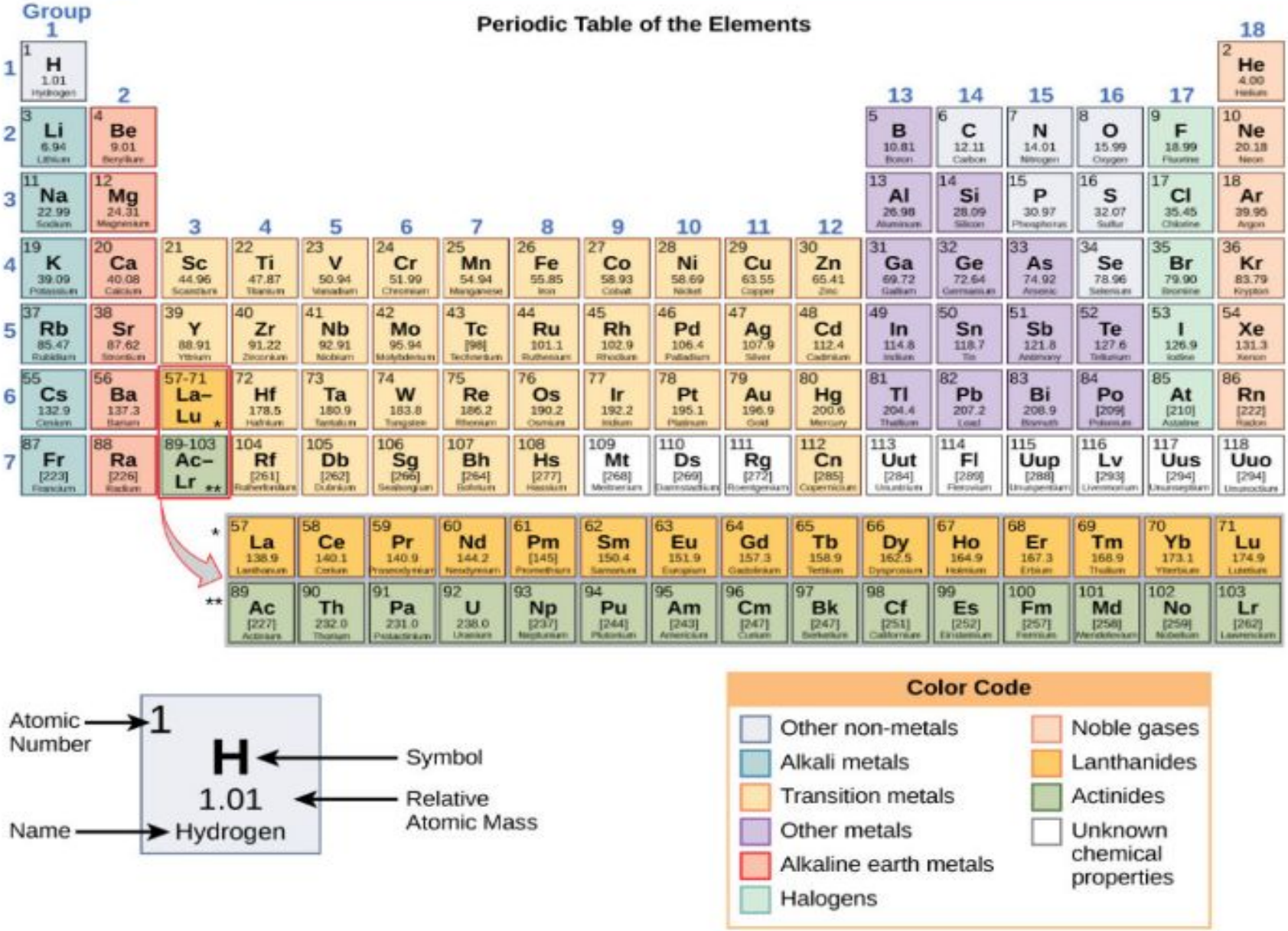
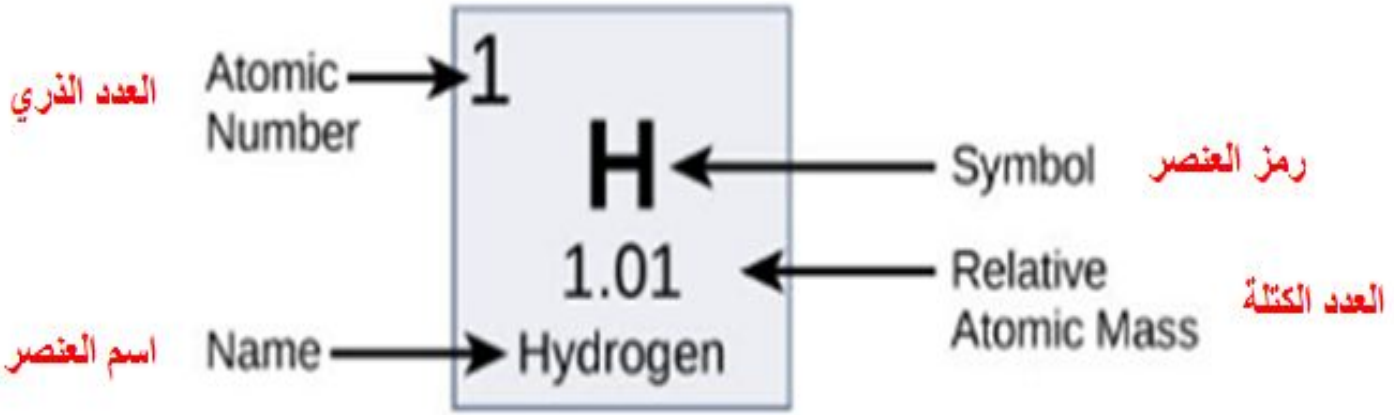


Figure 1. The periodic table shows the atomic mass and atomic number of each element. The atomic number appears above the symbol for the element and the approximate atomic mass appears below it.


العدد الذري
Atomic Number
1
H
Symbol
رمز العنصر
1.01
Relative Atomic Mass
العدد الكتلة
اسم العنصر
Name
Hydrogen

وصف الجدول الدوري

١ -يتكون الجدول من سبع دورات أفقية و١٨ مجموعة راسية

توجد ثمان مجموعات رأسية مرقمة كالتالي A1, A2, A13, A14, A15, A16, A17, A18

توجد عشرة مجموعات رأسية تمثل العناصر الانتقالية (في وسط الجدول)

توجد السلسلتين اللانثانيدات والاكتينيدات (أسفل الجدول)

٢-تقسم عناصر الجدول الدوري إلي أربع فئات

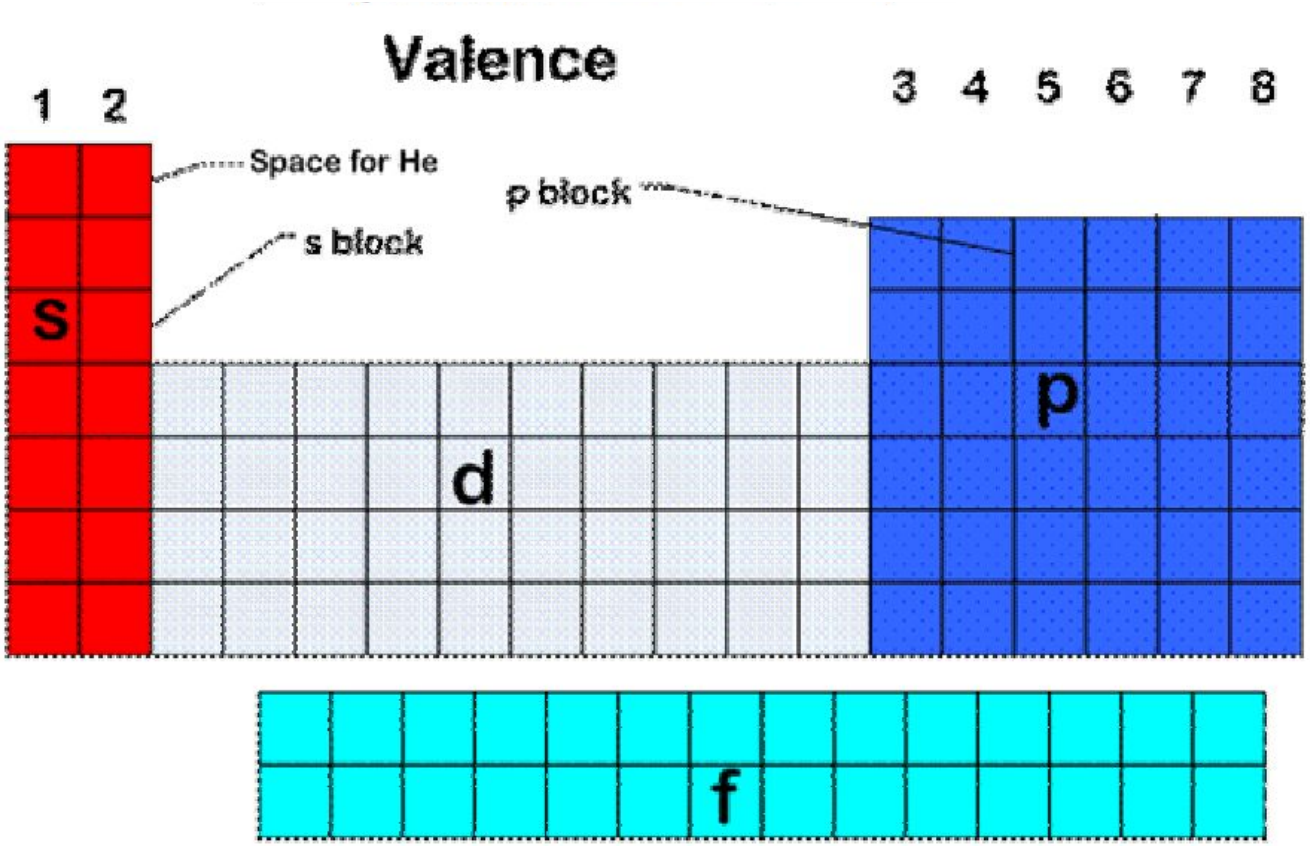
أ- عناصر الفئة S

1- تحتوي علي العناصرالتي تقع الكتروناتها الخارجية في المستوي الفرعيs

2- وتشمل المجموعات A1, A2

3- وتوزيعها الإلكتروني في مستوى الطاقة الأخير ns^1 , ns^2

٣ -وتشغل يسار الجدول



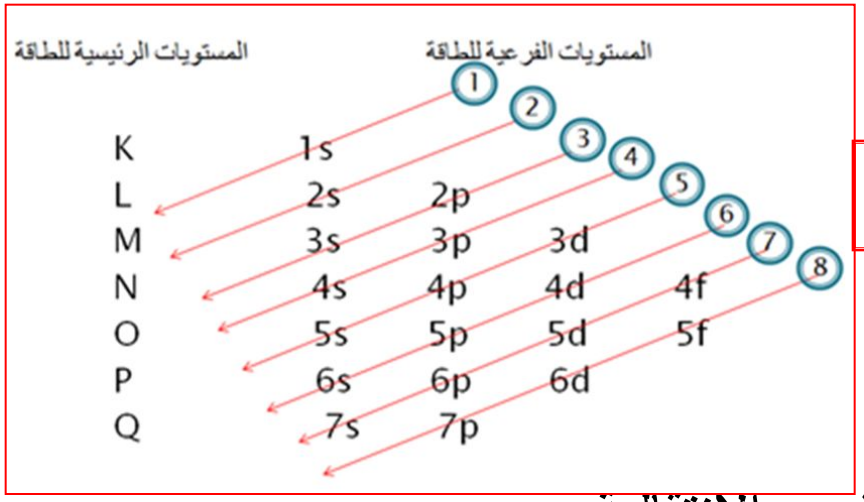
الفئات الاربعة للجدول الدوري

وتظهر الفئات الاربعة : الفئة S والفئة d والفئة p والفئة f

ب - عناصر الفئة(p)

1- تحتوي علي العناصر التي تقع الكتروناتها الخارجية في المستوي الفرعي p

2- وتشمل المجموعات الستة اقصى يمين الجدول الدوري وبضمنها (الغازات الخاملة) وتوزيعها الإلكتروني في مستوى الطاقة الأخير من nP^1 الى nP^6



مخطط توزيع مستويات الطاقة للرة

ج - عناصر الفئة (d)

1- تشغل المنطقة الوسطي في الجدول وتشمل العناصر الانتقالية

2- تحتوي علي العناصر التي تقع الكتروناتها الخارجية في المستوي الفرعي d

3- وتوزيعها الإلكتروني الأخير nd^1 حتى nd^{10}

د - عناصر الفئة (f)

1- تقع اسفل الجدول

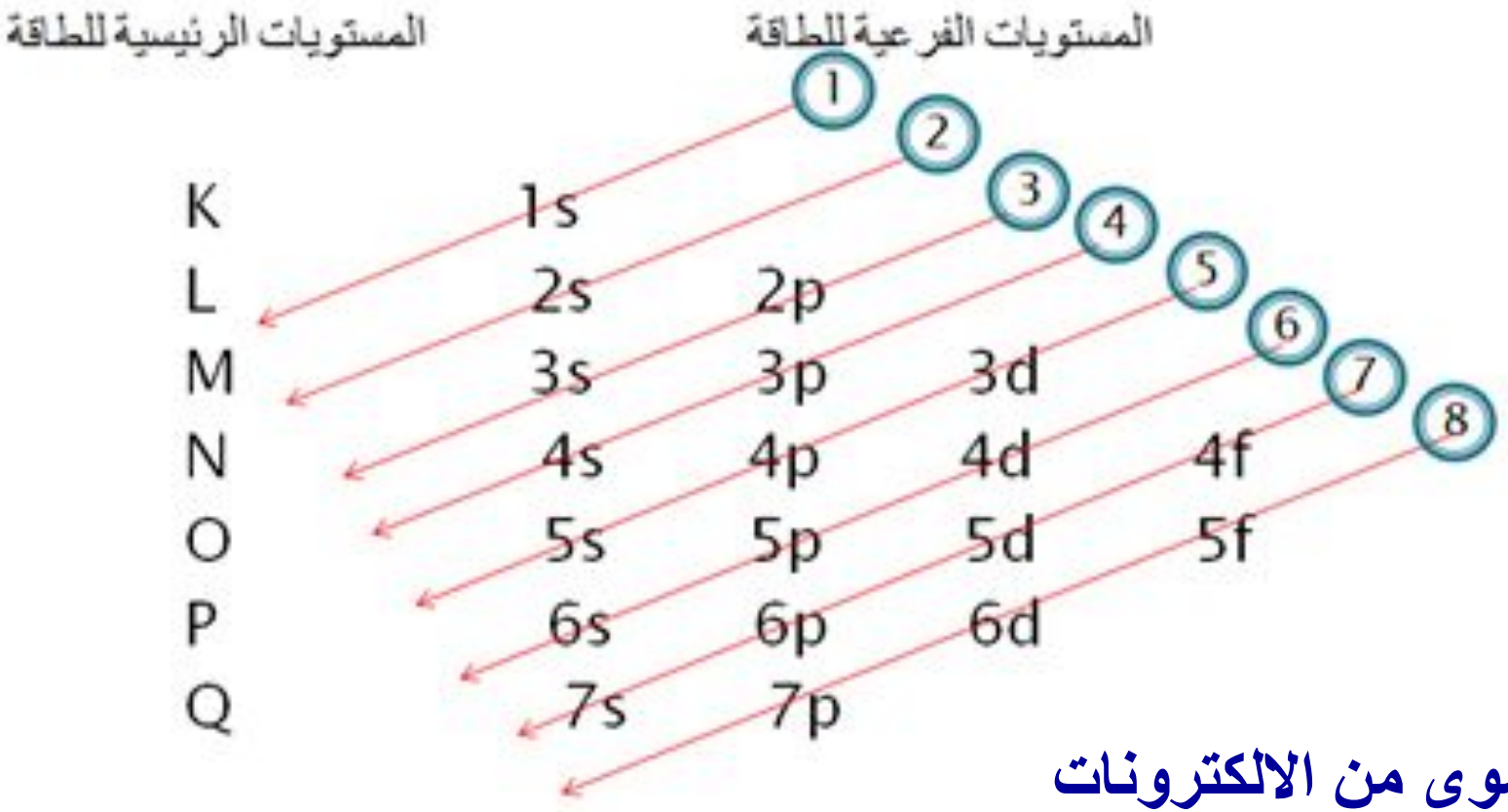
2- ويتابع فيها امتلاء المستوي الفرعي f الذي يتسع ل 14 الكترونا

3- وتتكون من سلسلتين افقيتيين

سلسلة اللانثانيدات وتوزيعها الأخير من $4f^{1}$ حتى $4f^{14}$

سلسلة الاكتينيدات وتوزيعها من $5f^{1}$ حتى $5f^{14}$

الكيمياء /توزيع الالكترونات على مستويات الطاقة الرئيسية والفرعية



السعة القصوى من الالكترونات

s^2

P^6

d^{10}

f^{14}

لإيجاد عدد الإلكترونات في أي ذرة أو أيون (موجب او سالب) . **أول خطوة هو** تحديد عدد البروتونات في الذرة أو الأيون. قد تحتاج إلى **استخدام العدد الذري الموجود بجانب رمز العنصر**. وبعد ذلك، نتذكر أن عدد الإلكترونات يساوي عدد البروتونات، في حالة الذرة على الأقل. أما في حالة الأيون، فيمكنك أن تضيف أو تحذف إلكترونات طبقًا للشحنة؛ فتضيف إلكترونات مع الأنيون (الايون السالب) وتحذفها مع الكاتيون (الايون الموجب).

لنطبق هذا على مثال، Mg^{2+}. يمكننا البحث عن العنصر Mg في الجدول الدوري، وسنجد أن العدد الذري للمغنيسيوم يساوي 12. إذن، لدينا 12 بروتونًا. بعد ذلك، نحول عدد البروتونات إلى عدد الإلكترونات، وسيكون لدينا 12 إلكترونًا لذرة المغنيسيوم. لكننا نتعامل مع كاتيون مغنيسيوم (الايون الموجب) شحنته اثنين موجب؛ لذا نحذف إلكترونين ليتبقى لدينا 10 إلكترونات.

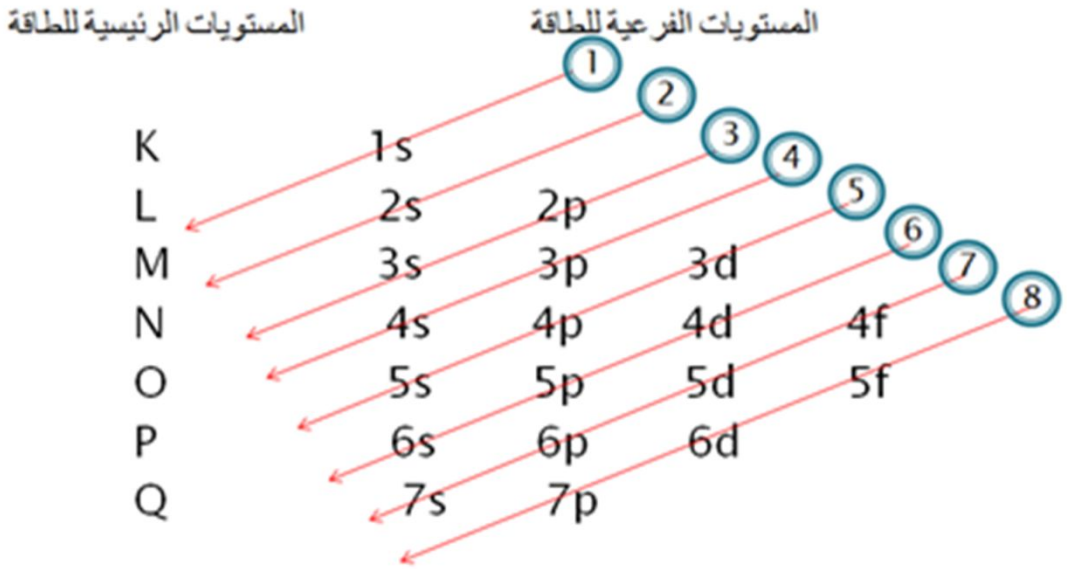
السعة القصوى من الالكترونات

s^2

P^6

d^{10}

f^{14}



مثال / وضح التوزيع الالكتروني لعنصر الصوديوم العدد الذري 11=

$_{11}Na$ $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^1$

K L M

أنواع العناصر

1- العناصر النبيلة (الغازات الخاملة) : وهي عناصر المجموعة صفر.

مجموعة من العناصر الغازية أحادية الذرات التي تتكون منها المجموعة 8 (سابقا المجموعة صفر) في الجدول الدوري وهي الهيليوم He والنيون Ne والأرجون Ar والكريبتون Kr والزينون Xe والرادون Rn

2- -العناصر المثالية : وهي عناصر الفئةS والفئة P ماعدا الغازات الخاملة.

3- العناصر الانتقالية الرئيسية : وهي عناصر الفئة d وتنقسم إلي:

أ -السلسلة الانتقالية الاولي ب -السلسلة الانتقالية الثانية ج -السلسلة الانتقالية الثالثة

4- العناصر الانتقالية الداخلية : وهي عناصر الفئة f وهي تنقسم إلي:

أ- اللانثانيدات ب- الاكتينيدات

أهمية العناصر الانتقالية The importance of transitional elements

تعزى أهميتها لقدرتها على تكوين معقدات ، ويرجع ذلك إلى أن هذه العناصر :

1- نصف قطرها صغير .

2- شحنتها الموجبة عالية .

3- لها مدارات فارغة ذات طاقة مناسبة لكي تستقبل أزواج الإلكترونات من المجموعات التناسقية .

أهميّة الجدول الدوري

1- تحديد موقع العنصر في الدورة أو المجموعة.

2- معرفة البنية الإلكترونيّة لذرّة العنصر.

3- معرفة سلوك العنصر الكيميائي.

4- التنبؤ بالتفاعلات الكيميائية، الّتي يستطيع العنصر أن يدخل فيها.

هيكلية وخصائص الجدول الدوري :

- يوجد في الجدول الدوري 118 عنصر، ولا زال البحث قائماً عن ابتكار وإيجاد عناصر جديدة.
- يحتوي الجدول الدوري على سبع دورات أفقيّة.
- يحتوي على 18 مجموعة (الأعمدة الرّأسية).
- تسمى صفوف الجدول عادةً بالدورات وتسمى الأعمدة بالمجموعات.
- تصنّف العناصر في الجدول الدوري إلى فلزات ولا فلزات، يقسم بينهما أشباه الفلزات
- معظم العناصر في الجدول الدوري عبارة عن معادن، وهي المعادن القلوية، والمعادن القلوية الترابية، والمعادن الأساسيّة، والمعادن الانتقاليّة.

- عناصر المجموعة الواحدة متشابهة في الخصائص، ولها نفس ترتيب إلكترونات المدار الأخير.
- عناصر المجموعة الأولى والثانية والثالثة، تميل لفقد الإلكترونات، وتصبح أكثر كهروايجابية.
- عناصر المجموعة الرابعة والخامسة والسادسة، تميل لكسب الإلكترونات، وتصبح أكثر كهروسلبية.
- تنتهي كل دورة في الجدول الدوري، بعنصر خامل (نبيل)، يتميّز بأنّ إلكترونات مداره الأخير ممتلئة.
- إلكترونات التكافؤ، أو إلكترونات المدار الأخير للعنصر، تحدد رقم الدورة التي ينتمي إليها.
- تقع في أسفل الجدول الدوري سلسلتان طويلتان من العناصر، تسمى السلسلة الأولى لانثانيدات والسلسلة الثانية أكتنيدات، وتحتوي كل سلسلة على 14 عنصراً، وتنتمي هذه السلاسل إلى مجموعة العناصر الانتقالية، وقد وضعت في أسفل الجدول الدوري، لتوفير الحيز.

تدرج صفات العناصر في الجدول الدورى:

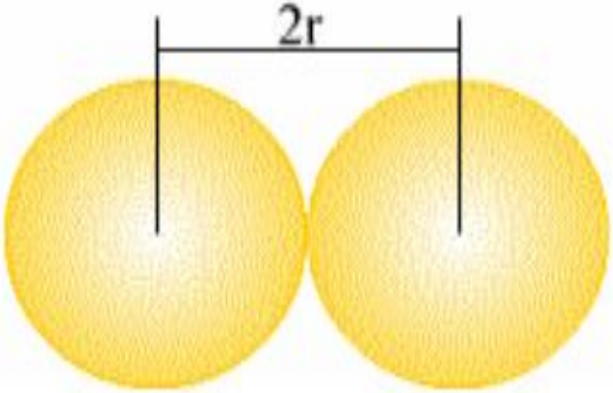
تتضمن صفات العناصر في الجدول الدوري كل من نصف القطر ، جهد التأين ، الميل الإلكتروني ، السالبية الكهربية ، الصفة الفلزية واللافلزية ، الصفة الحامضية والصفة القاعدية. وتزداد او تقل هذه الصفات في الدورات الافقية او المجاميع الراسية للجدول الدوري.

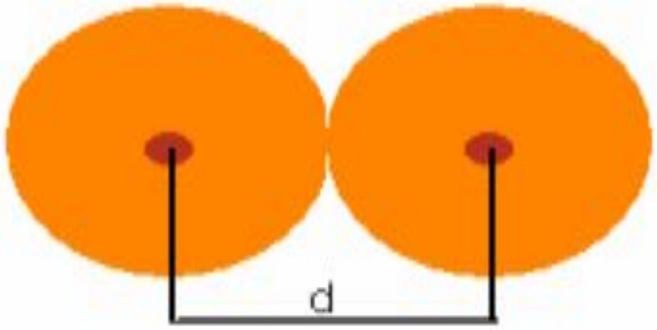
نصف قطر الذرة :

لايمكن قياس نصف قطر الذرة الذي يمثل المسافة بين النواة وابعد الكترون ، أي لايمكن قياس نصف قطر الذرة فيزيائيا

السبب: لان النظرية الموجية اظهرت انه لا يمكن تحديد موقع الاكترون حول النواة بالضبط أي ان الالكترون يتحرك في سحابه الكترونيه حول النواه في جميع الاتجهات والابعاد

- نصف قطر الذرة





$$r = d/2$$

" هو نصف المسافة بين مركزي ذرتين متماثلين في جزيء ثنائي الذرة

طول الرابطة

هو المسافة بين نواتي ذرتين متحدتين في الرابطة التساهمية أو هو المسافة بين مركزي الإيونين في الرابطة الأيونية ، ويسمي نصف القطر الأيونى .

تدرج صفة نصف القطر في الجدول

- في الدورات الأفقية يقل نصف القطر كلما زاد العدد الذري (كلما اتجهنا يميناً)

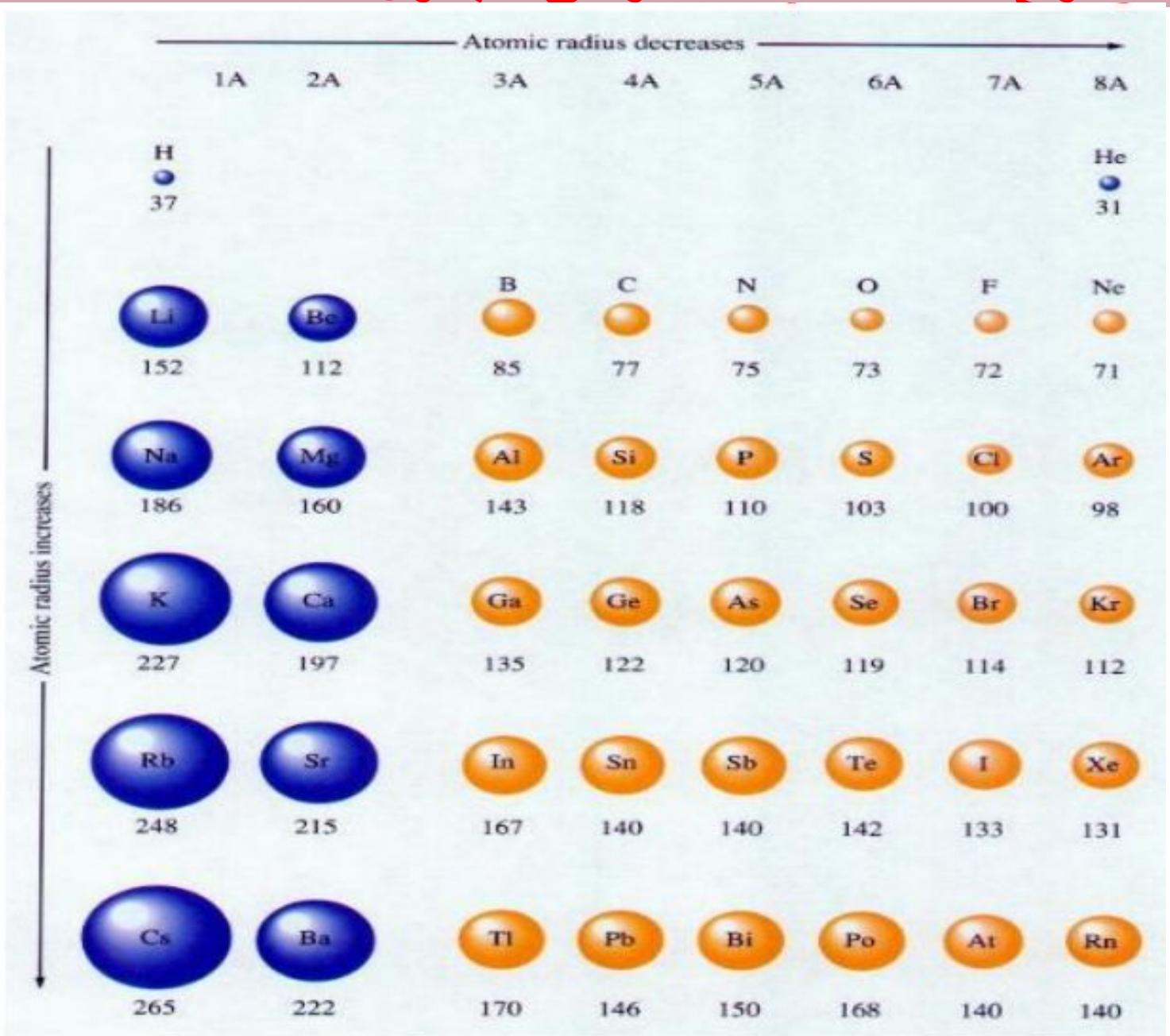
2- في المجموعات الرأسية يزداد نصف قطر الذرة كلما زاد العدد الذري

ملاحظة

1- بالنسبة للفلزات فان نصف قطر الأيون الموجب أصغر من نصف قطر الذرة

2- بالنسبة للافلزات فان نصف قطر الأيون السالب أكبر من نصف قطر الذرة

الكيمياء / تدرج صفة نصف القطر فى الجدول



قوانين حساب نصف القطر :

نصف قطر الذرة(التساهمي)= طول الرابطة في جزئ العنصر÷2

طول الرابطة الايونية = نصف قطر العنصر الاول + نصف قطر العنصر الثاني

مثال محلول / إذا كان طول الرابطة التساهمية في جزئ الهيدروجين يساوي 0.6 إنجستروم وطول الرابطة الايونية في جزئ كلوريد الهيدروجين تساوي 1.29 إنجستروم أحسب نصف قطر ذرة الكلور .(إنجستروم هو وحدة طول تستخدم لقياس المسافات القصيرة للغاية ويساوي 10^{-7} ملمتر)

الحل /

نصف قطر ذرة الهيدروجين = طول الرابطة ÷ ٢

نصف قطر ذرة الهيدروجين = 0.6 ÷ 2 = 0.3 إنجستروم

طول الرابطة في جزئ كلوريد الهيدروجين (H-Cl = 1.29) إنجستروم

طول الرابطة = نصف قطر الهيدروجين + نصف قطر الكلور

1.29 = 0.3 + نصف قطر الكلور

نصف قطر الكلور= 1.29-0.3 = 0.99 إنجستروم

جهد التأين :

هو مقدار الطاقة اللازمة لإزالة أو فصل أقل الإلكترونات ارتباطاً بالذرة المفردة وهي في الحالة الغازية ، يعين جهد التأين بالقياس الطيفي.

$$X + \text{طاقة تأين} \longrightarrow X^{+} + \grave{e}$$

ذرة + طاقة تأين ------> أيون موجب + إلكترون

تدرج خاصية جهد التأين في الجدول الدوري

1- في الدورات الأفقية : تزداد قيم جهد التأين بزيادة العدد الذري.

2- في المجموعات الرأسية : يقل جهد التأين بزيادة العدد الذري

الميل الإلكتروني

هو مقدار الطاقة المنطلقة عندما تكتسب الذرة المفردة الغازية إلكتروناً

$$X + e^- \text{ ----------> } X^- + \text{طاقة}$$

في الدورات الأفقية : يزيد الميل الإلكتروني بزيادة العدد الذري

في المجموعات الرأسية : يقل الميل الإلكتروني بزيادة العدد الذري (كلما اتجهنا لأسفل)

السالبية الكهربية

وهي متوسط الميل الإلكتروني وجهد التأين للذرة ، وتعرف السالبية الكهربية بأنها " قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية إليها "

تلعب السالبية الكهربية دوراً في

١ -تحديد نوع الرابطة بين ذرتين

٢ -تحدد عدد التاكسد

في الدورات الأفقية :تزداد السالبية الكهربية بزيادة العدد الذري

في المجموعات الرأسية : تقل السالبية الكهربية بزيادة العدد الذري

الصفة الفلزية واللافلزية

في الدورات الأفقية بزيادة العدد الذري تقل الصفة الفلزية وتزداد الصفة اللافلزية

في المجموعة الرأسية كلما هبطنا للأسفل تزداد الصفة الفلزية وتقل الصفة اللافلزية

الصفة الحامضية والصفة القاعدية

في الدورات الأفقية : بزيادة العدد الذري تقل الصفة القاعدية وتزداد الصفة الحامضية ،وتقع الأكاسيد المترددة في وسط الدورات.

في المجموعات الرأسية : تزداد كل من الصفة الحامضية والصفة القاعدية بزيادة العدد الذري (أي كلما هبطنا لاسفل)

هى الاكاسيد التى تتحد مع الأحماض و تتفاعل معها على أنها قاعده.

وقد تتحد نفس هذه الاكاسيد مع القواعد وتتفاعل معها على أنها حامض

وتقع العناصر المكونه لها فى وسط الجدول الدورى من المجموعه الثالثه إلى المجموعه الخامسه .

أكسيد الألومنيوم AL_2O_3 قد يتفاعل مع **حامض الهيدروكلوريك** معطيا كلوريد الألمنيوم

$$AL_2O_3+6HCL\text{-------}>2ALCL_3+3H_2O$$

أكسيد الألومنيوم AL_2O_3 قد يتفاعل مع **الصودا الكاويه** (التي هي قاعدة) معطيا ميتا المونيات الصوديوم

$$AL_2O_3+2\mathbf{NaOH}\text{------}>2NaALO_2+ H_2O$$

Sb_2O_3 ZnO - Al_2O_3 -

$$ZnO_{(s)} + H_2SO_{4\,(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4\,(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

$$ZnO_{(s)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2ZnO_{2\,(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

خارصينات الصوديوم

الكيمياء / اسماء عناصر الجدول الدوري باللغة العربية مع رموزها

ت	اسم ورمز العنصر	ت	اسم ورمز العنصر	ت	اسم ورمز العنصر	ت	اسم ورمز العنصر
1	الهيدروجين H	33	الزرنيخ As	65	التربيوم Tb	97	بركيليوم Bk
2	الهيليوم He	34	سيلينيوم Se	66	ديسبروسيوم Dy	98	كاليفورنيوم Cf
3	الليثيوم Li	35	البروم Br	67	هولميوم Ho	99	أينشتاينيوم Es
4	البريليوم Be	36	الكريبتون Kr	68	إربيوم Er	100	فرميوم Fm
5	البورون B	37	الروبيديوم Rb	69	توليوم Tm	101	مندليفيوم Md
6	الكربون C	38	سترونشيوم Sr	70	إتيربيوم Yb	102	نوبليوم No
7	النيتروجين N	39	الأتريوم Y	71	لوتيشيوم Lu	103	لورنسيوم Lr
8	الأوكسجين O	40	زركونيوم Zr	72	هافنيوم Hf	104	رذرفورديوم Rf
9	الفلورين F	41	النيوبيوم Nb	73	تانتالوم Ta	105	دوبنيوم Db
10	نيون Ne	42	موليبدنوم Mo	74	تنجستن W	106	سيبورغيوم Sg
11	الصوديوم Na	43	تكنيشيوم Tc	75	رينيوم Re	107	بوريوم Bh
12	المغنيسيوم Mg	44	الروثينيوم Ru	76	أوزميوم Os	108	هاسيوم Hs
13	الألمنيوم Al	45	الروديوم Rh	77	إريديوم Ir	109	مايتنريوم Mt
14	السيليكون Si	46	بالاديوم Pd	78	بلاتين Pt	110	دارمشتاتيوم Ds
15	الفوسفور P	47	الفضة (Ag	79	ذهب Au	111	رونتيجينيوم Rg
16	الكلور Cl	48	كادميوم Cd	80	الزئبق Hg	112	كوبرنيسيوم Cn
17	الكبريت S	49	الإنديوم In	81	ثاليوم Ti	113	نيهونيوم "أنون تريوم" NH
18	أرغون Ar	50	القصدير Sn	82	رصاص Pb	114	فليروفيوم Fl
19	البوتاسيوم K	51	إثمد Sb	83	بزموت Bi	115	موسكوفيوم Mc
20	الكالسيوم Ca	52	تيلوريوم Te	84	بولونيوم Po	116	ليفرموريوم LV
21	السكانديوم Sc	53	يود I	85	أستاتين At	117	تينيسين TS
22	التيتانيوم Ti	54	زينون Xe	86	راديون Rn	118	أوغانيسون og
23	الفاناديوم V	55	سيزيوم Cs	87	فرانسيوم Fr		
24	الكروم Cr	56	لانثانوم Ba	88	راديوم Ra		
25	المنغنيز Mn	57	سيريوم La	89	أكتينيوم Ac		
26	الحديد Fe	58	السيريوم Ce	90	ثوريوم Th		
27	الكوبالت Co	59	براسوديميوم Pr	91	بروتكتينيوم Pa		
28	النيكل Ni	60	نيوديميوم Nd	92	يورانيوم U		
29	النحاس Cu	61	بروميثيوم Pm	93	نبتونيوم Np		
30	الزنك Zn	62	ساماريوم Sm	94	بلوتونيوم Pu		
	الغاليوم Ga	63	يوروبيوم Eu	95	أمريسيوم Am		
32		64	الغادولينيوم Gd	96	كوريوم Cm		

الكيمياء / جدول يوضح اسم ورمز عناصر الجدول الدوري مع العدد الذري وعدد الكتلة ودرجات الانصهار والغليان

Name Symbol Atomic Number Mass Number of Element و Masses of the Elements
الاسم الرمز العدد الذري للعنصر و كتل العناصر

Name of Element اسم العنصر	Symbol of Element رمز العنصر	Atomic Number العدد الذري.	Mass Number العدد الكتلي	M.P., oC درجة الانصهار	B.P., oC درجة الغليان
Actinium	Ac	89	227.028	1050	3200±300
Aluminum	Al	13	26.981539(5)	660.37	2467
Americium	Am	95	243	994±4	2607
Antimony	Sb	51	121.757	630.74	1750
Argon	Ar	18	39.948(1)	-189.2	-185.7
Arsenic	As	33	74.92159(2)	817 (28 atm)	613(sublimes)
Astatine	At	85	210	302	337
Barium	Ba	56	137.327(7)	725	1640
Berkelium	Bk	97	247		
Beryllium	Be	4	9.012182(3)	1278±5	2970(5 torr)
Bismuth	Bi	83	208.98037(3)	271.3	1560±5
Bohrium	Bh	107	262	2079	2550(sublimes)
Boron	B	5	10.811(5)	-7.2	58.78
Bromine	Br	35	79.904	320.9	765
Cadmium	Cd	48	112.411(8)	28.40±0.01	669.3
Calcium	Ca	20	40.078(9)	839±2	1484
Californium	Cf	98	251		
Carbon	C	6	12.011(1)	3652(sublimes)	
Cerium	Ce	58	140.115(4)	798	3443
Cesium	Cs	55	132.90543(5)	28.40±0.01	669.3
Chlorine	Cl	17	35.4527(9)	-100.98	-34.6

Chromium	Cr	24	51.9961(6)	1857±20	2672
Cobalt	Co	27	58.93320(1)	1495	2870
Copper	Cu	29	63.546(3)	1083.4±0.2	2567
Curium	Cm	96	247	1340±40	
Dubnium	Db	105	262		
Dysprosium	Dy	66	162.50(3)	1412	2567
Einsteinium	Es	99	252		
Erbium	Er	68	167.26(3)	1529	2868
Europium	Eu	63	151.965(9)	822	1527
Fermium	Fm	100	257		
Fluorine	F	9	18.9984032(9)	-219.62	-188.4
Francium	Fr	87	223	27	677
Gadolinium	Gd	64	157.25(3)	1313	3273
Gallium	Ga	31	69.723(1)	29.78	2403
Germanium	Ge	32	72.61(2)	937.4	2830
Gold	Au	79	196.96654(3)	1064.434	2808±2
Hafnium	Hf	72	178.49(2)	2227±20	4602
Hassium	Hs	108	265		
Helium	He	2	4.002602(2)	-272.2[26 atm]	-268.934
Holmium	Ho	67	164.93032(3)	1474	2700
Hydrogen	H	1	1.00794(7)	-259.34	-252.87
Indium	In	49	114.82(1)	156.61	2080
Iodine	I	53	126.90447(3)	113.5	184.35
Iridium	Ir	77	192.22(3)	2410	4130
Iron	Fe	26	55.847(3)	1535	2750
Krypton	Kr	36	83.80(1)	-156.6	-152.30±0.10
Lanthanum	La	57	138.9055(2)	918	3464
Lawrencium	Lr	103	262		

Lead	Pb	82	207.2(1)	327.502	1740
Lithium	Li	3	6.941(2)	180.54	1342
Lutetium	Lu	71	174.967(1)	1663	3402
Magnesium	Mg	12	24.3050(6)	648.8±0.5	1090
Manganese	Mn	25	54.93805(1)	1244±3	1962
Meitnerium	Mt	109	266		
Mendelevium	Md	101	258		
Mercury	Hg	80	200.59(3)	-38.87	356.58
Molybdenum	Mo	42	95.94(1)	2617	4612
Neodymium	Nd	60	144.24(3)	1021	3074
Neon	Ne	10	20.1797(6)	-248.67	-246.048
Neptunium	Np	93	237.048	640±1	3902
Nickel	Ni	28	58.6934	1453	2732
Niobium	Nb	41	92.90638(2)	2468±10	4742
Nitrogen	N	7	14.00674(7)	-209.86	-195.8
Nobelium	No	102	259		
Osmium	Os	76	190.2(1)	3045±30	5027±100
Oxygen	O	8	15.9994(3)	-218.4	-182.962
Palladium	Pd	46	106.42(1)	1554	3140
Phosphorus	P	15	30.973762(4)	44.1(white)	280(white)
Platinum	Pt	78	195.08(3)	1772	3827±100
Plutonium	Pu	94	244	641	3232
Polonium	Po	84	209	254	962
Potassium	K	19	39.0983(1)	63.25	759.9
Praseodymium	Pr	59	140.90765(3)	931	3520
Promethium	Pm	61	145	1042	3000(estimate)
Protactinium	Pa	91	231.0359	1600	
Radium	Ra	88	226.025	700	1140

Radon	Rn	86	222	-71	-61.8
Rhenium	Re	75	186.207(1)	3180	5627(estimate)
Rhodium	Rh	45	102.90550(3)	1965±3	3727±100
Rubidium	Rb	37	85.4678(3)	38.89	686
Ruthenium	Ru	44	101.07(2)	2310	3900
Rutherfordium	Rf	104	261		
Samarium	Sm	62	150.36(3)	1074	1794
Scandium	Sc	21	44.955910(9)	1541	2836
Seaborgium	Sg	106	263		
Selenium	Se	34	78.96(3)	217	684.9±1.0
Silicon	Si	14	28.0855(3)	1410	2355
Silver	Ag	47	107.8682(2)	961.93	2212
Sodium	Na	11	22.989768(6)	97.81±0.03	882.9
Strontium	Sr	38	87.62(1)	769	1384
Sulfur	S	16	32.066(6)	112.8	444.674
Tantalum	Ta	73	180.9479(1)	2996	5425±100
Technetium	Tc	43	98	2172	4877
Tellurium	Te	52	127.60(3)	449.5±0.3	989.8±3.8
Terbium	Tb	65	158.92534(3)	1356	3230
Thallium	Tl	81	204.3833(2)	303.5	1457±10
Thorium	Th	90	232.0381(1)	1750	3800(app.)
Thulium	Tm	69	168.93421(3)	1545	1950
Tin	Sn	50	118.710(7)	231.9681	2270
Titanium	Ti	22	47.88(3)	1660±10	32878
Tungsten	W	74	183.85(3)	3410±20	5660
Uranium	U	92	238.0289(1)	1132±0.8	3818
Vanadium	V	23	50.9415(1)	1890±10	3380
Xenon	Xe	54	131.29(2)	-111.9	-107.1±0.3
Ytterbium	Yb	70	173.04(3)	819	1196

Yttrium	Y	39	88.90585(2)	1552	5338
Zinc	Zn	30	65.39(2)	419.58	907
Zirconium	Zr	40	91.224(2)	1852±2	4377

Thank you