الوحدة الثالثة

الجدول الدوريّ

Periodic Table

موقع كنز العلوم kanz3.com

تُغطّي هذه الوحدة:

- المجموعات والدورات في الجدول الدوري
- الفلزّات واللافلزّات في الجدول الدوري للعناصر
- التركيب الإلكتروني والجدول الدوري
- تدرُّج الصفة الفلزّية واللافلزّية

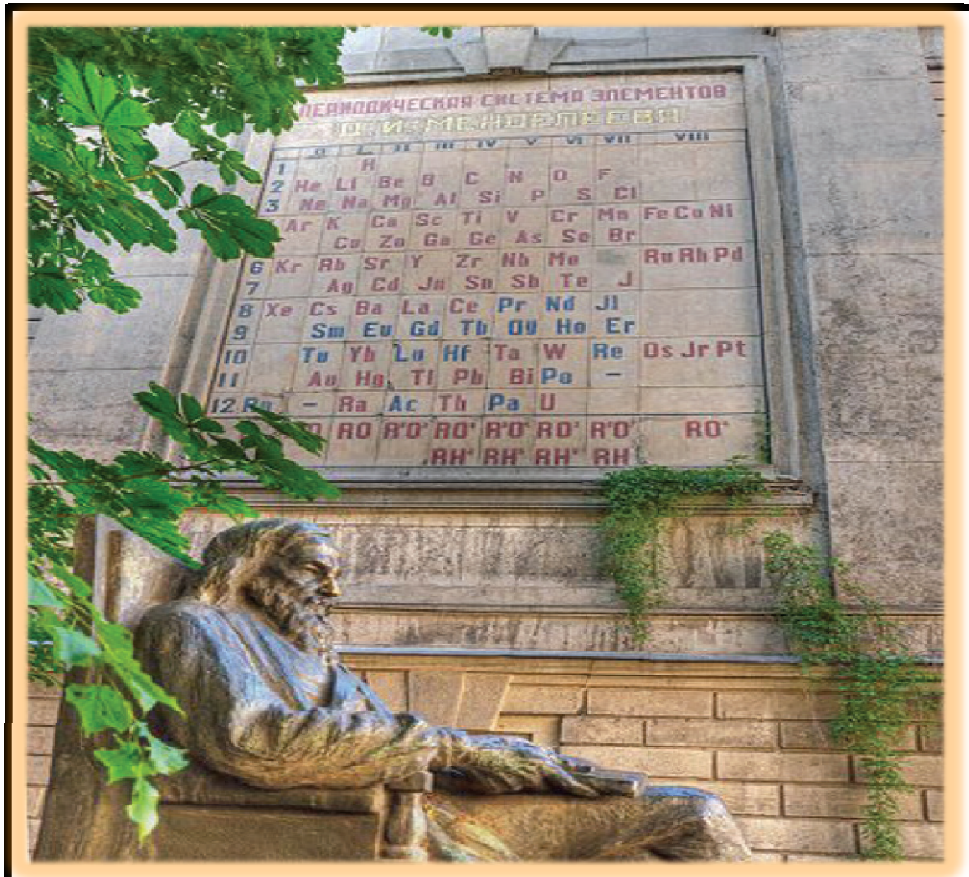
موقع كنز العلوم kanz3.com

1-3 الجدول الدوري للعناصر – تصنيف العناصر

- اعتُبرت عملية بناء الجدول الدوري Periodic Table الحديث للعناصر إنجازًا علميًّا رئيسيًّا.

- برغم الجهود الكثيرة التي بُذلت لترتيب العناصر وتصنيفها، إلا أن ذلك ظل محدودًا وغير دقيق إلى أن قدّم العالم الروسي مندليف Mendeleev عام 1869 م، وبالاستفادة من المعلومات المتاحة له في ذلك الوقت، نموذجًا للجدول الدوري مُعتمِدًا على الكُتَل الذرّية للعناصر.

- عُزي نجاح الجدول الدوري لمندليف إلى تركه فراغات لعناصر مُحتمَلة لم تكن مُكتَشفة بعد (الصورة 3-1) ولعدم مُحاولته توزيع العناصر وفق أنماط مُعيَّنة، لأنه لم يكن يمتلك دليلاً يُثبِت ذلك التوزيع.

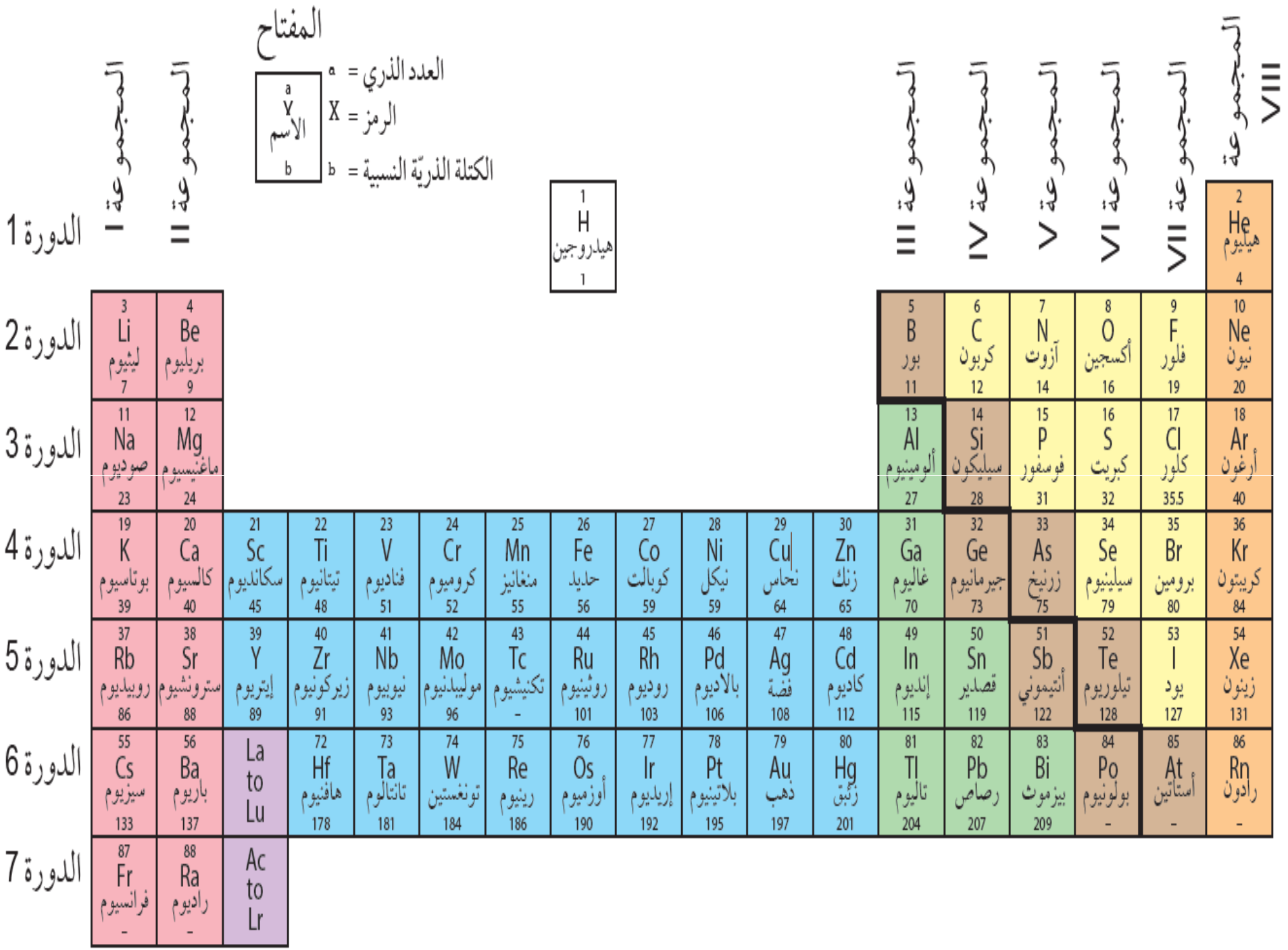


صورة 3-1 تمثال مندليف وجدوله الدوري الأول منحوت بجدار مبنى جامعة بطرسبرج بروسيا

- لقد اعتمد تصميم الجدول الدوري الحديث بنسخته النهائية على أعمال مندليف.
  - أُضيفت لاحقًا مجموعة من العناصر لم تكن مُكتَشفة آنذاك.
  - رُتِّبت العناصر وفقًا لازدياد أعدادها الذرِّية في صفوف أفقية تُسمّى بالدورات Period وأعمدة رأسية تُسمّى بالمجموعات Group.

مصطلحات علمية

الجدول الدوري Periodic table : هو الجدول الذي نظِّمت فيه العناصر الكيميائية وفقًا لزيادة العدد الذرّي والتركيب الإلكتروني.



موقع كنز العلوم kanz3.com

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
لانثانوم	سيزيوم	برازيوديميوم	نيوديميوم	بروميثيوم	ساماريوم	أوروبيوم	غادولينيوم	تيربيوم	ديسبروسيوم	هوليميوم	إيربيوم	ثوليوم	إيتربيوم	لوتيشيوم
139	140	141	144	-	150	152	157	159	163	165	167	169	173	175
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
أكتينيوم	ثوريوم	بروتاكتينيوم	أورانيوم	نبتونيوم	بلوتونيوم	أميرسيوم	كوريوم	بيركيليوم	كاليفورنيوم	إينشتاينيوم	فيرميوم	مانديليفيوم	نوبيليوم	لاورنسيوم
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

تُعرف العناصر التي تنتمي إلى المجموعات من I إلى VIII بأنها **عناصر المجموعات الرئيسية** Main-group elements.

- **الفلزّات النشطة** Reactive metals: المجموعة I الفلزّات القلوية؛ المجموعة II الفلزّات القلوية الترابية
- **الفلزّات الفقيرة** 'Poor' metals
- **اللافلزّات** Non-metals: وتتضمّن المجموعة VII: الهالوجينات
- **العناصر الانتقالية** Transition elements: فلزّات صلدة وقوية وكثيفة
- **أشباه الفلزّات** Metalloids: وتتضمّن أشباه الموصِّلات مثل السيليكون والجيرمانيوم
- **الغازات النبيلة** Noble gases: ذات نشاط شبه معدوم

الشكل 3-1 الجدول الدوري بأجزائه الرئيسية
(تُعطى قيَم الكُتل الذريّة النسبية للعناصر مقرَّبة إلى أقرب عدد صحيح باستثناء الكلور)

موقع كنز العلوم kanz3.com

المجموعات والدورات في الجدول الدوري

- يتَّضح من (الشكل 3-1) أن الجدول الدوري يتألَّف من 7 دورات،تتألَّف الدورة الأولى من عُنصرَي الهيدروجين والهيليوم.

- أما الدورة الثانية فتتكوَّن من ثمانية عناصر تبدأ بالليثيوم وتنتهي بالنيون. ونلاحظ أن العدد الذرّي للعُنصر يزداد بمقدار 1 عن العنصر الذي يسبقه.

- تم أيضًا تقسيم العناصر في الجدول الدوري إلى 8 مجموعات رئيسية (الشكل 3-1). فقد رُتِّبت العناصر على شكل مجموعات رئيسية من IA إلى VIII بحيث تمتلك عناصر المجموعة الواحدة خصائص كيميائية وفيزيائية مُتشابِهة.

- تكتسب بعض المجموعات الرئيسية أسماء خاصّة.
  - عناصر المجموعة الأولى (I) التي تضمّ أكثر الفلزّات نشاطًا تُسمّى بمجموعة الفلزّات القلوية.
  - أما عناصر المجموعة السابعة (VII) فتسمّى بمجموعة الهالوجينات وتضمّ أكثر اللافلزّات نشاطًا كيميائيًّا.
  - الغازات النبيلة الموجودة في المجموعة (VIII) تُعدّ عناصر غير نشطة كيميائيًّا.

- تتوسّط الجدول مجموعة من العناصر الفرعية تقع بين المجموعتين II و III تضمّ مجموعة من العناصر الفلزّية تُسمّى بالعناصر الانتقالية أو الفلزّات الانتقالية، حيث يبدأ ظهورها في الدورة الرابعة وهي تضم عددًا من الفلزّات المُهمّة كالحديد والنحاس والخارصين.

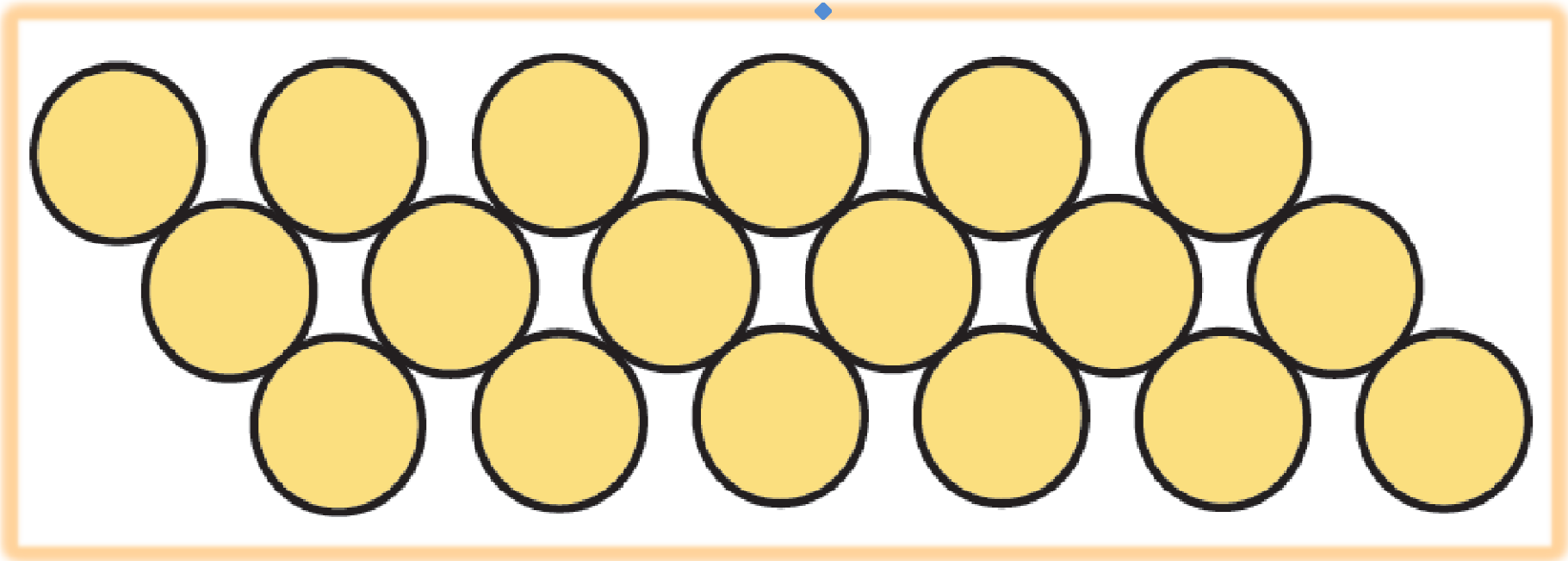
مصطلحات علمية

- **الدورة Period:** صف في الجدول الدوري يحتوي على عناصر مُرتَّبة حسب أعدادها الذرّية.
- **المجموعة Group:** عمود في الجدول الدوري يحتوي على عناصر تمتلك خصائص متماثِلة.

الفلزّات واللافلزّات

- يوجد في الطبيعة 94 عنصرًا، بعضها نادر جدًّا كالفرانسيوم، العُنصر الذي لم يشُاهَد من قبل. كما أن بعض الفلزّات المُشعَّة، كالنبتونيوم والبلوتونيوم، والتي يتم إنتاجها صناعيًّا بكمّيات كبيرة جدًّا، توجد في الطبيعة بكمّيات ضئيلة جدًّا.
- يمكن تصنيف مُعظم العناصر (70عُنصرًا) على أنها فلزّات. وهي عبارة عن مجموعة من العناصر ذات تركيب مُتماسِك وتمتلك خصائص فيزيائية مُتماثِلة.

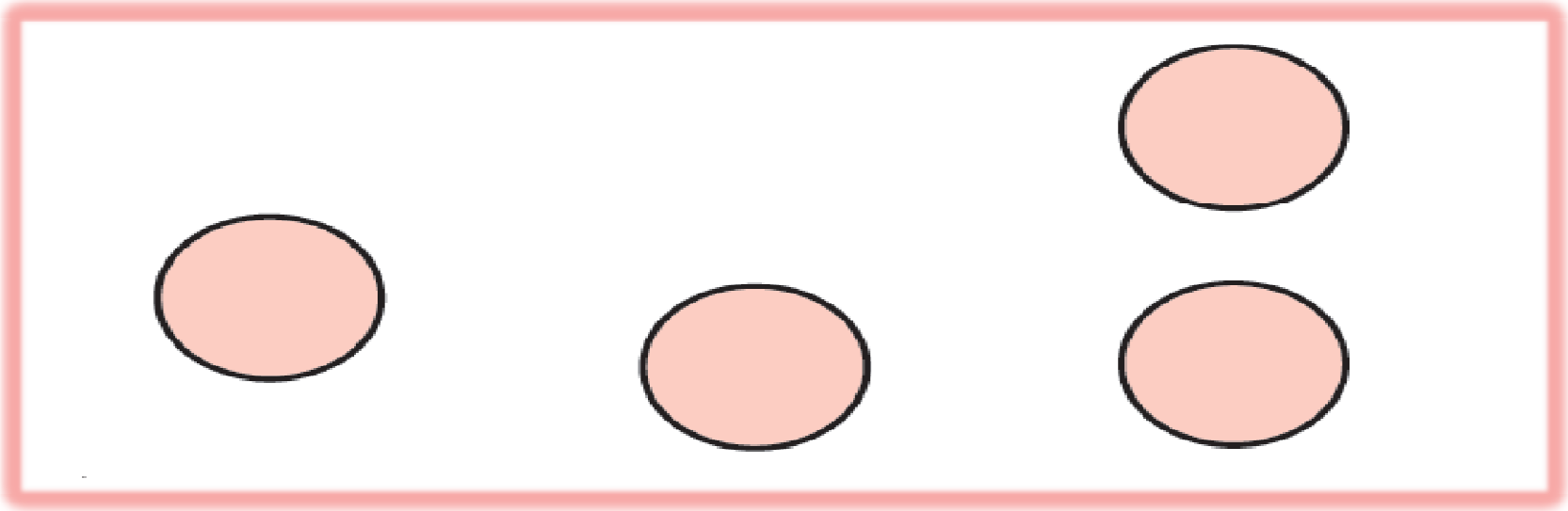
- تشغل الفلزّات الجهة اليُسرى والوسطى من الجدول الدوري. وتتَّصف بأنها:
  - صُلبة عند درجة حرارة الغرفة.
  - مرنة (قابلة للتشكيل وقابلة للطرْق والسحْب).
  - موصِّلة جيّدة للحرارة وللكهرباء.
  - لامعة (برّاقة).
- يُبيِّن (الشكل 3-2) النموذج الجُسَيمي لعُنصرٍ فلزّيّ.



الشكل 3-2 النموذج الجُسَيمي لعُنصر فلزّي يوضّح تراصّ ذرّات الفلزّ في ترتيب مُنتظِم

- أمّا اللافلزّات فتقع في أعلى يمين الجدول الدوري، وهي:
  - موادّ عازلة (باستثناء الكربون في شكل جرافيت).
  - تكون غالبًا ذات درجات انصهار وغليان منخفضة.
  - تُظهرالعناصر اللافلزّية مدى أوسع من الخصائص ما يعكس الاختلافات الكبيرة في أنواع التراكيب البنائية التي تُكوِّنها.

- يُبيِّن (الشكل 3-3) النموذج الجُسَيمي لغاز أُحاديّ الذرّة.



الشكل 3-3 النموذج الجُسَيمي لغاز أحاديّ الذرَّة (غاز نبيل) وهو عنصر لافلزّي جُسيماته مُتباعِدة

- يُتيح الجدول الدوري معرفة موقع كلّ من الفلزّات Metals واللافلزّات Non-metals فنلاحظ وجود خطّ مُتدرِّج سميك يفصل بين الفلزّات واللافلزّات كما يظهر في (الشكل 3-1).
  - هذا يمثِّل أحد الاستخدامات المُهِمّة للجدول الدوري. فحتّى لو لم نشاهد مُطلقًا أي عيّنة من عُنصر الهافنيوم Hf مثلاً، فإن نظرة سريعة نلقيها على الجدول الدوري تكشف لنا أنه فلزّ، وسنكون أيضًا قادرين على تخمين بعض من خصائصه.

- إذا أنعمتَ النظر في (الشكل 3-1) تُلاحِظ أن موادّ كالفولاذ والبرونز والنحاس الأصفر (الصفر) لم تُدرَج في الجدول الدوري، رُغم أننا نطلق عليها اسم فلزّات في حياتنا اليومية، وتتشارك في خصائصها مع الفلزّات.
  - سبب ذلك أنها ليست عناصر نقية بل هي في الحقيقة سبائك تتكوَّن من مخلوط من عُنصرين فلزّيين أوأكثر وغالبًا ما تُصنَّع لأغراض مُحدَّدة.

- يبدو أن الانتقال من الخصائص الفلزّية إلى الخصائص اللافلزّية للعناصر ليس فجائيًّا بالشكل الحادّ والقاطع الذي يُظهِره الخطّ المتدرِّج السميك المرسوم بين قسمَي الجدول الدوري.

  - حيث تظُهِر العناصر القريبة من هذا الخط المتدرِّج خصائص تجمع بين الفلزّات واللافلزّات، وتُعرف تلك العناصر باسم أشباه الفلزّات (Semi-metals ،Metalloids).

- يحتوي الجدول الدوري على ثمانية عناصر شبه فلزّية.
  - تتميّز بامتلاكها خصائص مُشتركة مع الفلزّات كالصلابة واللمعان.
  - كما تتشابه مع اللافلزّات في أنها هشّة وغير موصِّلة للحرارة لكنها تُعدّ من أشباه المُوصِّلات للكهرباء.

- يُعتَبر عُنصر السيليكون من أهم أشباه الفلزّات المعروفة في الوقت الراهن.
  - هو يدخل في صناعة الكثير من الرقائق الإلكترونية التي تُستخدَم في العديد من الصناعات بما في ذلك السّيّارات والبناء والطاقة والإلكترونيات (الصورة 3-2).

الصورة 3-2 عيِّنة لعُنصر السيليكون، الذي يعدّ المادّة الأساسية لصناعة أشباه المُوصِّلات

الفلزّات	اللافلزّات
صُلبة Solids عادة (باستثناء الزئبق الذي يكون سائلً) عند درجة حرارة الغرفة. درجات انصهارها وغليانها في العادة مُرتفِعة.	صُلبة Solids أوغازيّة (باستثناء البروم الذي يكون سائلً) عند درجة حرارة الغرفة. درجات انصهارها وغليانها في العادة مُنخفِضة.
صلدة وكثيفة في العادة.	معظم اللافلزّات طرية (ليّنة) أكثر من الفلزّات (باستثناء الماس فهو صلد جدًّا)، وغالبًا ما تكون كثافاتها مُنخفِضة.
موصّلة جيّدة للكهرباء. *(أ)*	رديئة التوصيل للكهرباء (باستثناء الجرافيت، وهو من الأشكال التآصلية للكربون التي سندرسها لاحقًا)، وتميل إلى أن تكون موادّ عازلة.

(أ) يُعتَمد التوصيل الكهربائي عادة كأبسط اختبار لتصنيف مادة ما أنها فلزّية أم لا .

الجدول 3-1 مُقارَنة بين الخصائص الفيزيائية للفلزّات واللافلزّات

موقع كنز العلوم kanz3.com

الفلزّات	اللافلزّات
موصِّلة جيّدة للحرارة.	رديئة التوصيل للحرارة بشكل عام.
يمكن تشكيلها بالطرْق (قابلة للطرْق Malleable) ويمكن سحْبها في هيئة أسلاك (قابلة للسحْب Ductile)	معظمها هشٌّ عندما يكون في الحالة الصلبة.
لونها رمادي (باستثناء الذهب والنحاس). ويمكن صقلها (فتُصبِح لمّاعة).	ألوانها مختلفة. غالبًا ما تمتلك سطحًا باهتًا عندما تكون في الحالة الصلبة.
يصدر عنها في العادة صوت رنين لدى طرْقها (أي إنها رنّانة Sonorous)	ليست رنّانة

الجدول 3-1 مُقارَنة بين الخصائص الفيزيائية للفلزّات واللافلزّات

موقع كنز العلوم kanz3.com

نشاط 3-1

اختبار الفلزّات واللافلزّات

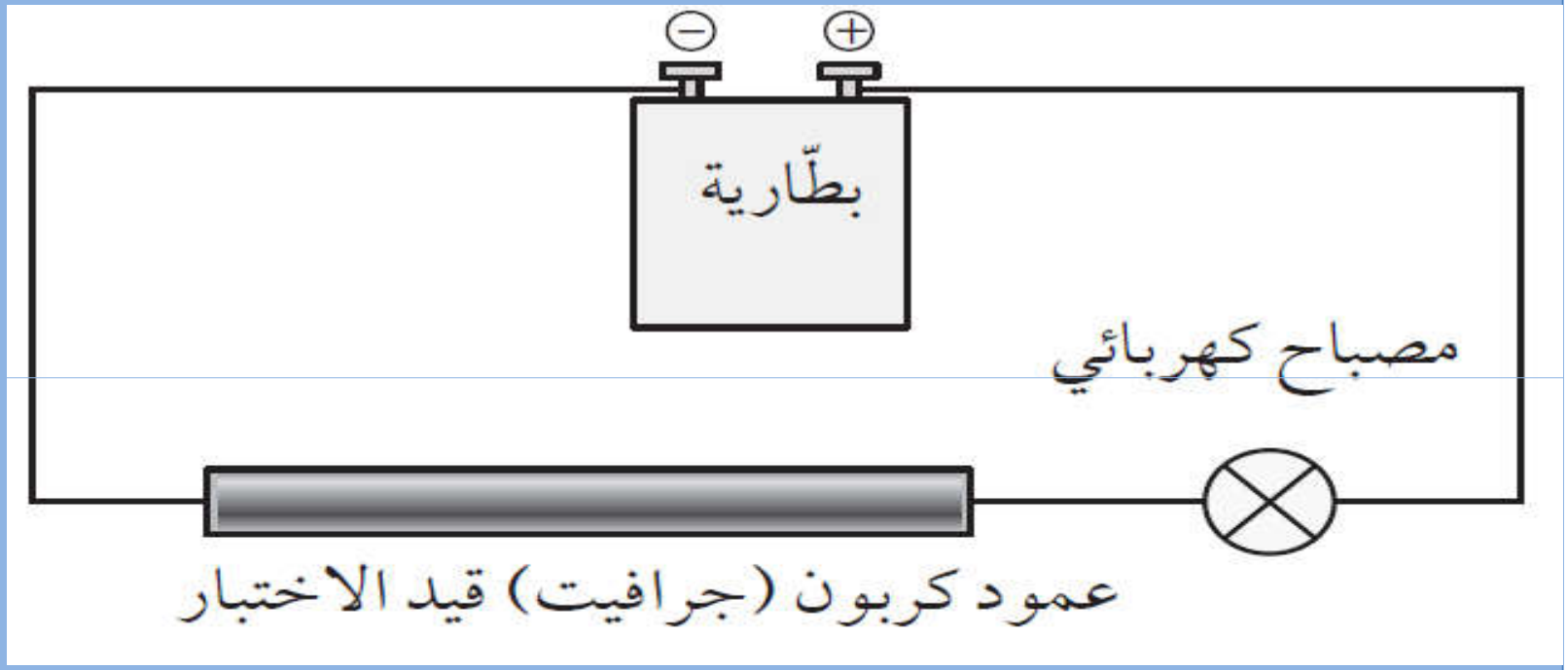
المهارات

- يُبيّن بطريقة عملية المعرفة المتعلِّقة بكيفية الاستخدام الآمن للتقنيات والأجهزة والمواد (بما فيها اتبّاع سلسلة من التعليمات المناسبة).
- يُخطِّط للتجارب والاستقصاءات.
- يُنجز التجربة ويُسجّل الملاحظات والقياسات والتقديرات.
- يُناقش الملاحظات التجريبية والبيانات ويُقيّمها.

- يُعدُّ التوصيل الكهربائي الاختبار الرئيسي للتمييز بين الفلزّات واللافلزّات. يتم إنشاء دائرة بسيطة باستخدام مصباح كهربائي أو مقياس التيار الكهربائي (الأمبيرمتر). ويتم توفير الطاقة بواسطة بطّاريات. افحص مجموعة من العناصر الصلبة تتضمّن الماغنيسيوم والخارصين والقصدير والحديد ولفّة كبريت والجرافيت.

موقع كنز العلوم kanz3.com

- يمكن اختبار أحد العناصر المُثيرة للاهتمام، وهو قلم رصاص شُحِذ من طرفَيْه. حيث يُختَبر كل من الخشب الخارجي و "الرصاص". ضع جدولً تظهر فيه النتائج للمواد الموصِّلة والمواد غير الموصِّلة.

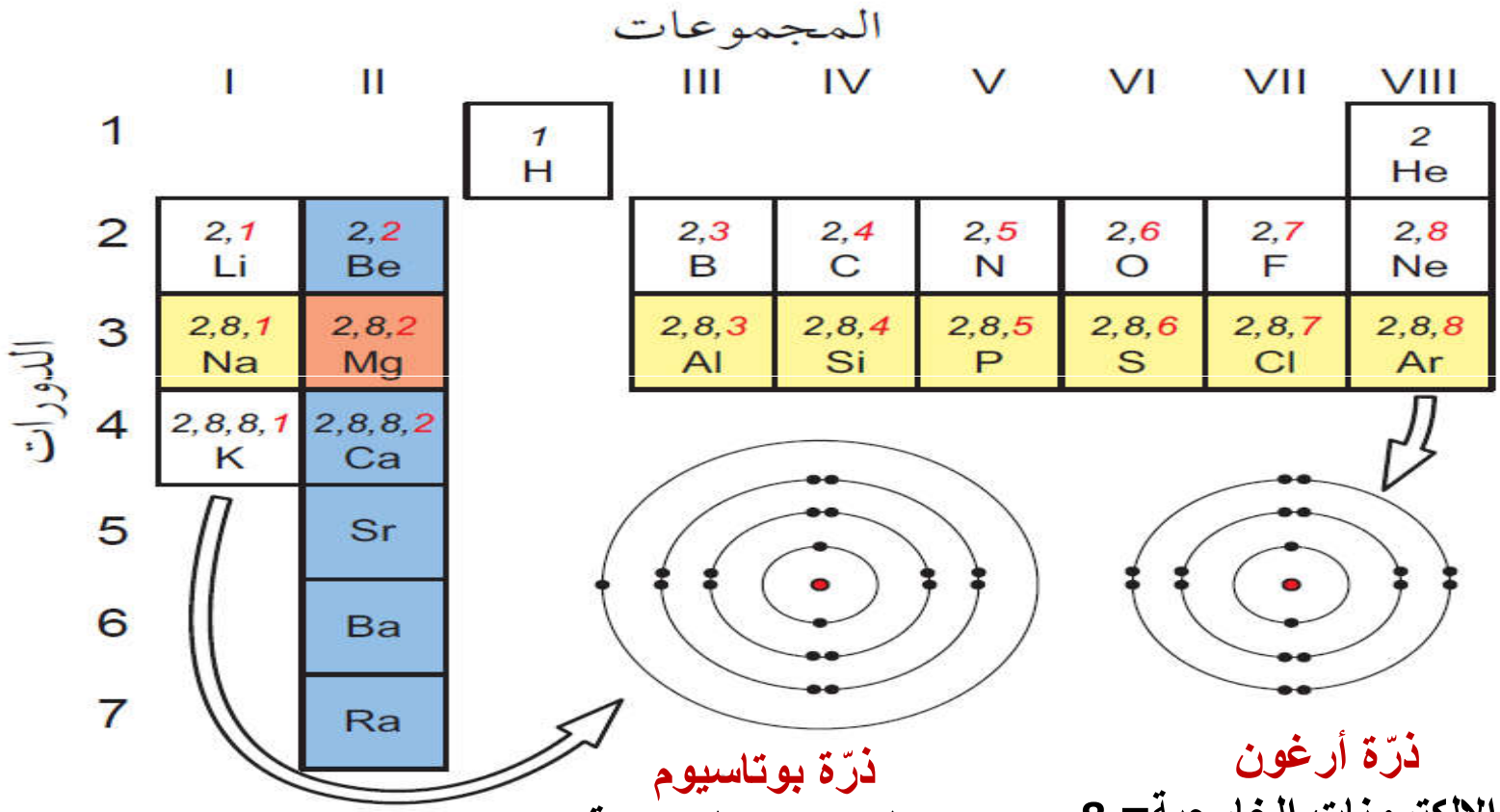


السؤال

1) ما الميزة المُشتركَة في التركيب البنائي للعيّنات التي توصّل الكهرباء؟

التركيب الإلكتروني والجدول الدوري

- يمكننا الآن ربط خصائص أي عنصر ربطًا مباشرًا بموقعه في الجدول الدوري وبتركيبه الإلكتروني (الشكل 3-4).



ذرّة بوتاسيوم

عدد الالكترونات الخارجية= 1

يقع في المجموعة I

عدد مستويات الطاقة = 4

يقع في الدورة 4

ذرّة أرغون

عدد الإلكترونات الخارجية= 8

يقع في المجموعة VIII

عدد مستويات الطاقة = 3

يقع في الدورة 3

الشكل 3-4 العلاقة بين موقع العُنصر في الجدول الدوري والتركيب الإلكتروني لذرّاته

موقع كنز العلوم kanz3.com

- نلاحظ، عند الانتقال عبر الدورة في الجدول الدوري (من اليسار إلى اليمين)، إضافة إلكترون إلى مستوى الطاقة الخارجي نفسه. عند الانتقال من عُنصر إلى العُنصر الذي يليه.
  - بذلك تملأ عناصر الدورة الواحدة مستوى الطاقة نفسه، فعناصر الدورة (1) تملأ إلكتروناتها مستوى الطاقة الأول، في حين أن العناصر التي تنتمي إلى الدورة (3) تمتلك ثلاثة مستويات طاقة إلكترونية.

- في المجموعات الرئيسية Main-group تُلاحِظ أن العناصر التي تنتمي إلى المجموعة نفسها تمتلك العدد نفسه من الإلكترونات الخارجية.
  - على سبيل المثال تمتلك العناصر التي تنتمي إلى المجموعة II إلكترونَين في مستوى الطاقة الخارجي.
  - أما العناصر التي تنتمي إلى المجموعة VII فتمتلك سبعة إلكترونات.

- ذرّة الماغنيسيوم مثلاً تمتلك إلكترونَين في مستوى الطاقة الخارجي الثالث، وهي بالتالي تنتمي إلى المجموعة II والدورة (3).
- تمتلك ذرّة الأرغون مستوى طاقة خارجيًّا يحتوي على ثمانية إلكترونات، وهي بذلك تنتمي إلى المجموعة VIII.
- أما ذرّة البوتاسيوم فتمتلك إلكترونًا واحدًا في مستوى الطاقة الخارجي الرابع، وهي بالتالي تنتمي إلى المجموعة I والدورة (4).

❑ يُستفاد من الربط بين التركيب الإلكتروني للعُنصر وموقعه في الجدول الدوري في معرفة طبيعة العنصر إن كان فلزًّا أو لافلزًّا.

➢ فالعناصر التي تنتمي إلى المجموعات من I إلى III والتي تملك ذرّاتها عددًا قليلاً من الإلكترونات في مستويات الطاقة الخارجية، هي فلزّات Metals.

➢ حيث تفقد ذرّات هذه العناصر إلكتروناتها الخارجية بسهولة نسبيًّا مكوّنةً ("بحرًا" من الإلكترونات) الذي يُشكِّل الرابطة الفلزّية لهذه العناصر (ستتمّ دراستها في الصف العاشر).

- في المقابل، فإن العناصر التي تملك ذرّاتها عددًا كبيرًا من الإلكترونات الخارجية (المجموعات من IV إلى VII) تُشكِّل عادة روابط تساهمية (ستتمّ دراستها في الوحدة الرابعة) وتكون بالتالي لافلزّات Non-metals.

- لمّا كانت الإلكترونات الخارجية للذرّة هي التي تُحدِّد بشكل رئيسي الخصائص الكيميائية لأي عنصر، فإن العناصر التي تنتمي إلى مجموعة واحدة تمتلك خصائص مُتماثلة.

- جديرٌ بالذكر أن هناك ترتيبات إلكترونية مُعيَّنة أكثر استقرارًا من سواها، وهي تلك التي يكون المستوى الخارجي للطاقة فيها «ممتلئًا بالإلكترونات »، وتتمثل في عناصر المجموعة VIII أو الغازات النبيلة Noble gases التي تتميَّز بأنها خاملة جدًّا كيميائيًّا (غير نشطة).

- **يرتبط التركيب الإلكتروني Electron arrangements للذرّات بموقعها في الجدول الدوري.**

- تمتلك ذرّات العناصر التي تقع في المجموعة نفسها العدد نفسه من الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية وهو ما يمثل رقم المجموعة.

- تتميّز عناصر المجموعات الرئيسية، بأن رقم المجموعة هو عدد الإلكترونات الموجودة في مستوى الطاقة الخارجي لذرّات هذه العناصر.

- يمثل رقم الدورة عدد مستويات الطاقة الإلكترونية للعنصر.

أسئلة

1) ما الخصائص المُشترَكة بين جميع الفلزّات؟
2) كم عُنصرًا في الدورة (1)؟
3) صنّف الخصائص الآتية في جدول من عمودين: فلزّات ولافلزّات.
   - يُعتَبر مادّة عازلة
   - قابل للطرْق وللتحويل إلى صفائح
   - يصدر رنينًا عند طرْقه
   - موصِّل للحرارة
   - له سطح باهت اللون
   - موصِّل للكهرباء
4) ما وجه الشبه في التركيب الإلكتروني لذرّات الغازات النبيلة؟

موقع كنز العلوم kanz3.com