Machine Translated by Google

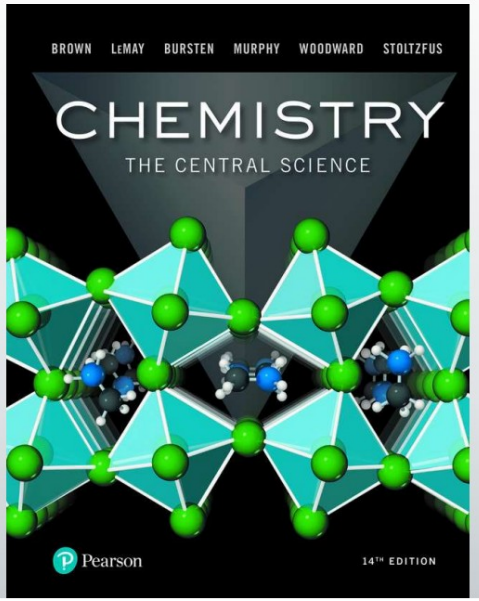
Chapter 2

Atoms, Molecules, and Ions

Dr. Morad Mustafa

Department of Pharmacy

Al-Zaytoonah University of Jordan



Machine Translated by Google

2.1النظرية الذرية للمادة

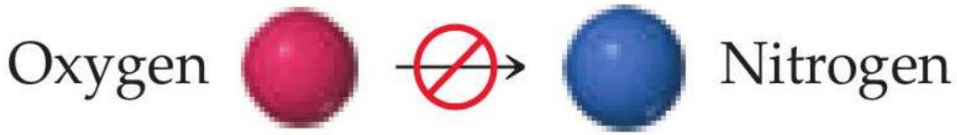
نظرية دالتون الذرية: 1. يتكون كل عنصر من جزيئات صغيرة للغاية تسمى

الذرات.

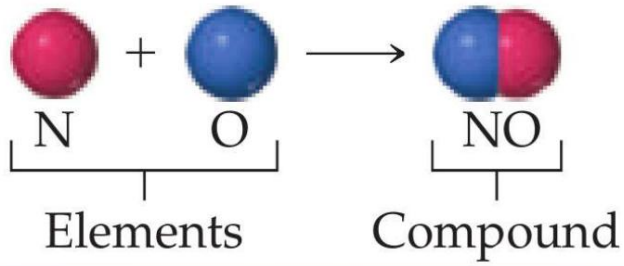
2.جميع ذرات عنصر معين متماثلة، ولكن ذرات أحد العناصر تختلف عن ذرات جميع العناصر الأخرى.

Machine Translated by Google

3.لا يمكن تحويل ذرات عنصر واحد إلى ذرات عنصر مختلف عن طريق التفاعلات الكيميائية؛ ولا يتم إنشاء الذرات أو تدميرها في التفاعلات الكيميائية.



4.تتكون المركبات عندما تتحد ذرات أكثر من عنصر واحد؛ ويكون للمركب المعطى دائمًا نفس العدد النسبي ونوع الذرات.



Machine Translated by Google

2.1النظرية الذرية للمادة

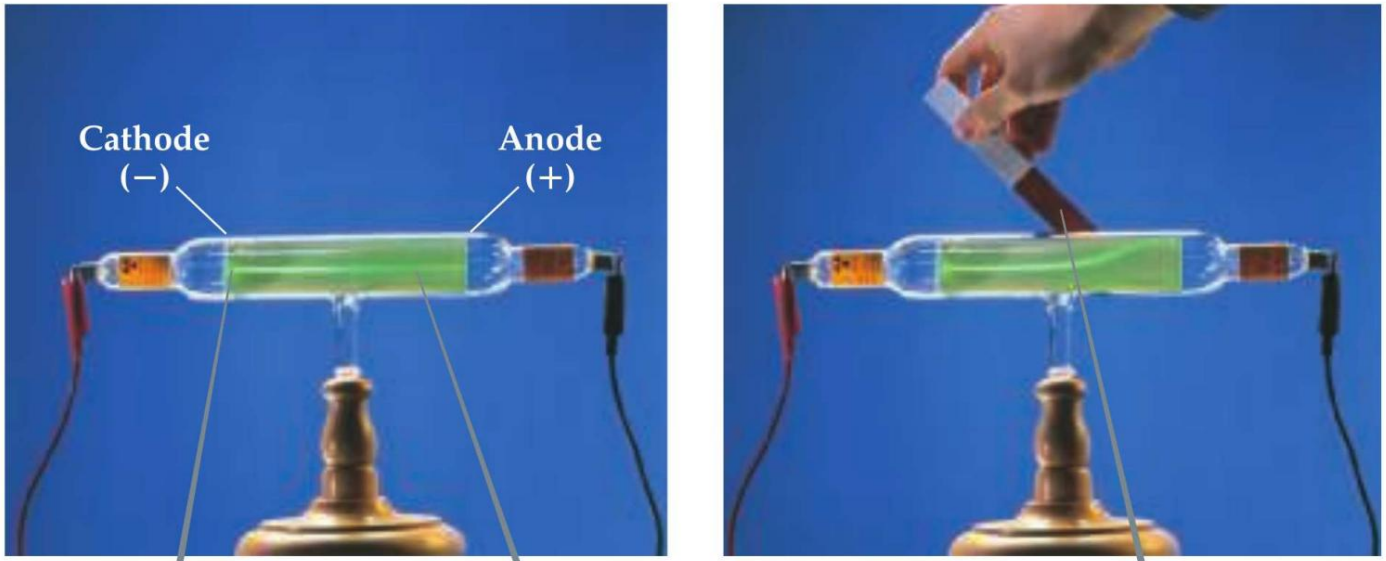
قانون التركيب الثابت، بناءً على الفرضية 4: في مركب معين، تكون الأعداد النسبية وأنواع الذرات ثابتة. قانون حفظ الكتلة، بناءً على الفرضية 3: الكتلة الكلية للمواد الموجودة بعد التفاعل الكيميائي هي نفس الكتلة الكلية الموجودة قبل التفاعل.

قانون النسب المضاعفة: إذا اتحد عنصران B وA لتكوين أكثر من مركب واحد، فإن كتل B التي يمكن أن تتحد مع كتلة معينة من A تكون بنسبة أعداد صحيحة صغيرة.

Machine Translated by Google

2.2اكتشاف البنية الذرية

أشعة الكاثود والإلكترونات



▲ **Figure 2.3** **Cathode-ray tube.**

Machine Translated by Google

2.2اكتشاف البنية الذرية

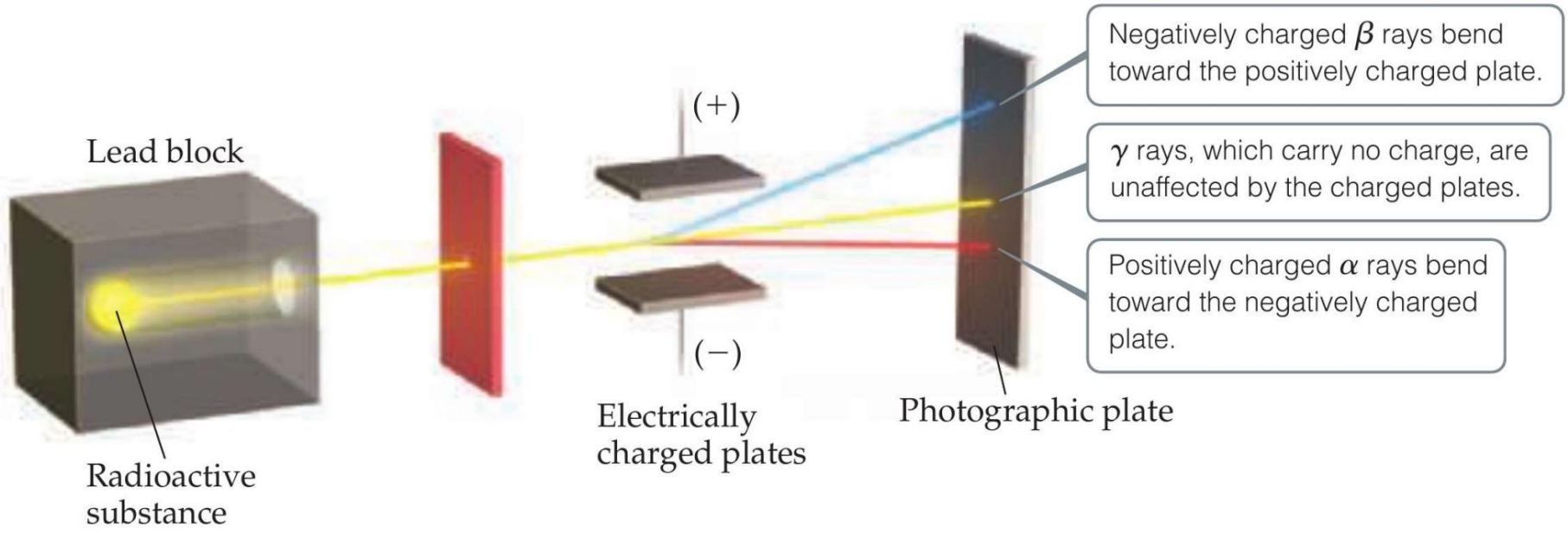
النشاط الإشعاعي عندما يصدر مركب، مثل اليورانيوم، إشعاعات عالية الطاقة بشكل تلقائي، يسمى هذا الانبعاث التلقائي للإشعاع بالنشاط الإشعاعي.

كشفت دراسة رذرفورد للنشاط الإشعاعي عن ثلاثة أنواع من الإشعاع: ألفا ،(α)وبيتا ،(β)وجاما (γ). ومن هذه التجربة استنتج أن جسيمات بيتا ليست أكثر من إلكترونات عالية السرعة، تحمل شحنة ،-1في حين تحمل جسيمات ألفا شحنة +2. إشعاع جاما هو كهرومغناطيسي عالي الطاقة؛ فهو لا يتكون من:

من الجسيمات ولا يحمل أي شحنة.

Machine Translated by Google

2.2اكتشاف البنية الذرية



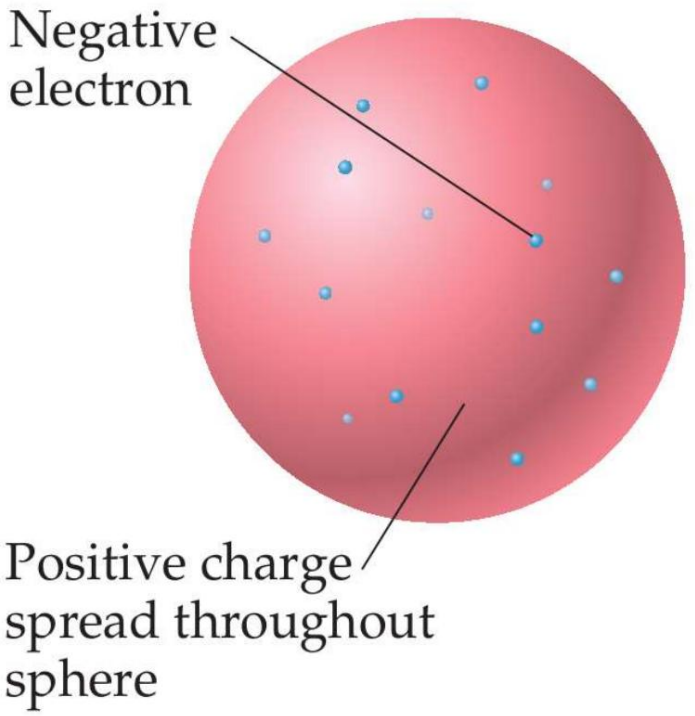
▲ **Figure 2.7** **Behavior of alpha (α), beta (β), and gamma (γ) rays in an electric field.**

Machine Translated by Google

2.2اكتشاف البنية الذرية

النموذج النووي للذرة

اقترح تومسون أن الذرة تتكون من كرة موجبة موحدة من المادة حيث تكون الكتلة موزعة بالتساوي وتكون الإلكترونات مدمجة فيها مثل الزبيب في البودنج أو البذور في البطيخ.

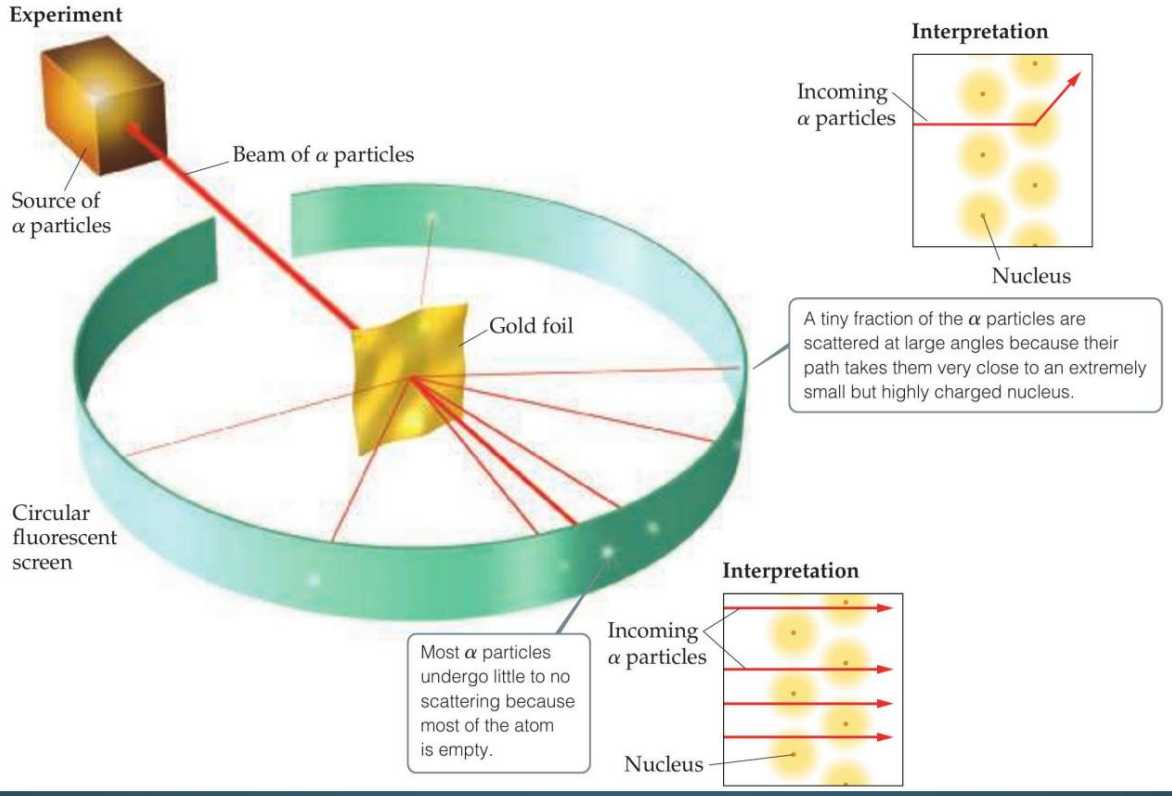


▲ **Figure 2.8 J. J. Thomson's plum-pudding model of the atom.** Ernest Rutherford and Ernest Marsden proved this model wrong.

Machine Translated by Google

2.2اكتشاف البنية الذرية

درس رذرفورد الزوايا التي تنحرف بها جسيمات ألفا، أو تتشتت، أثناء مرورها عبر رقاقة رقيقة من الذهب.



Machine Translated by Google

2.3النظرة الحديثة للبنية الذرية

في حين أن التهمة $-1.602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$، شحنة الإلكترون هي

إن البروتون معاكس في الإشارة ولكنه مساوٍ في المقدار لـ الالكترون
$+1.602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$.

الكمية للتعبير عن شحنات الجسيمات الذرية ودون الذرية هي $1.602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$ وتسمى شحنة الإلكترونية.

يتم التعبير عنها عادة كمضاعفات لهذه الشحنة وليس كـ كولومب.

وبالتالي فإن شحنة الإلكترون هي -1وشحنة البروتون هي .+1

النيوترونات متعادلة كهربائيا.

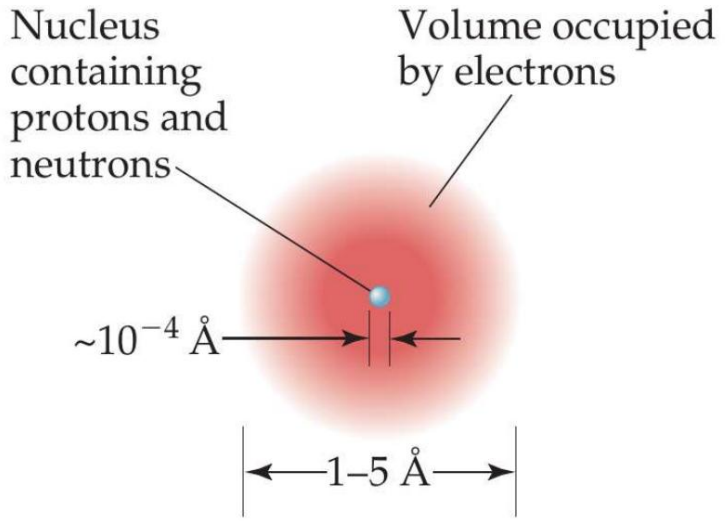
تحتوي كل ذرة على عدد متساوٍ من الإلكترونات والبروتونات، لذا فإن الذرات ليس لديها شحنة كهربائية صافية.

Machine Translated by Google

2.3النظرة الحديثة للبنية الذرية

- تتواجد البروتونات والنيوترونات في النواة الصغيرة للذرة.
- الغالبية العظمى من حجم الذرة هو الحيز الذي توجد فيه الإلكترونات.
- وحدة طول غير تابعة للنظام الدولي للوحدات تُستخدم للأبعاد الذرية هي الأنجستروم ،( )حيث تنجذب الإلكترونات إلى البروتونات في النواة بواسطة القوة الكهروستاتيكية الموجودة بين الجسيمات ذات الشحنة الكهربائية المعاكسة.

Å $1\ \text{Å} = 1 \times 10^{-10}\ \text{m}$



▲ Figure 2.10 The structure of the atom.

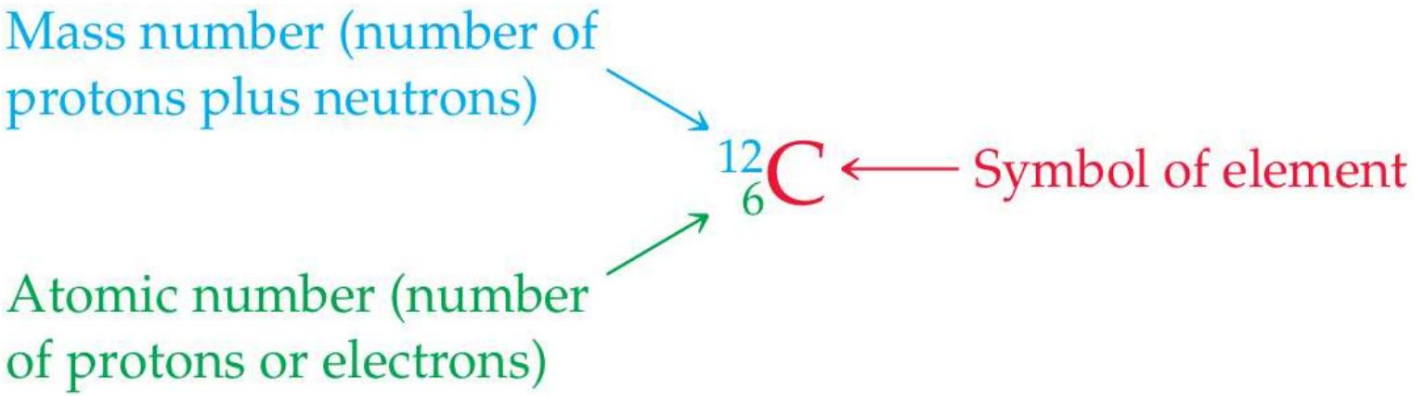
Machine Translated by Google

2.3النظرة الحديثة للبنية الذرية

الأعداد الذرية والأعداد الكتلية والنظائر عدد البروتونات في ذرة أي عنصر معين هو

يُسمى العدد الذري للعنصر .

يتم الإشارة إلى العدد الذري بالرمز السفلي؛ والرمز العلوي، والذي يسمى رقم الكتلة، هو عدد البروتونات بالإضافة إلى النيوترونات في الذرة:



Machine Translated by Google

2.3النظرة الحديثة للبنية الذرية

(اقرأ "الكربون اثني عشر"، الكربون-12 أو ^{12}C) هو النظير الذي تحتوي ذرته على ستة بروتونات وستة نيوترونات.

الذرات التي لها نفس الأعداد الذرية ولكن لها أعداد كتلة مختلفة (أي نفس عدد البروتونات ولكن لها أعداد مختلفة من النيوترونات) تسمى نظائر بعضها البعض.

TABLE 2.2 Some Isotopes of Carbon[a]

Symbol	Number of Protons	Number of Electrons	Number of Neutrons
^{11}C	6	6	5
^{12}C	6	6	6
^{13}C	6	6	7
^{14}C	6	6	8

[a] Almost 99% of the carbon found in nature is ^{12}C.

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.1

يبلغ قطر العملة المعدنية الأمريكية ذات العشرة سنتات 17.9ملم، ويبلغ قطر ذرة الفضة 2.88ملم. ما عدد ذرات الفضة التي يمكن ترتيبها جنبًا إلى جنب عبر قطر العملة المعدنية ذات العشرة سنتات؟

Å

$$\text{No. of atoms} = 17.9\ \text{mm}\left(\frac{10^{-3}\ \text{m}}{1\ \text{mm}}\right)\left(\frac{1\ \text{Å}}{10^{-10}\ \text{m}}\right)\left(\frac{1\ \text{Ag atom}}{2.88\ \text{Å}}\right)$$

$$= 6.22 \times 10^{7}\ \text{Ag atoms}$$

Machine Translated by Google

نموذج تمرين رقم 2.2

كم عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات الموجودة في ذرة 197Au

$$\text{Atomic No.} = 79 \Rightarrow \text{No. of protons} = \text{No. of electrons} = 79$$

$$\text{No. of neutrons} = 197 - 79 = 118$$

ب. السترونشيوم-09؟

$$\text{Atomic No.} = 38 \Rightarrow \text{No. of protons} = \text{No. of electrons} = 38$$

$$\text{No. of neutrons} = 90 - 38 = 52$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.3

يحتوي المغنيسيوم على ثلاثة نظائر ذات أعداد كتلة 24و 25و 26.

أ. اكتب الرمز الكيميائي الكامل (العلوي والسفلي) للـ
كل.

$$\text{Atomic No.} = 12 \quad \Rightarrow \quad {}^{24}_{12}\text{Mg} \qquad {}^{25}_{12}\text{Mg} \qquad {}^{26}_{12}\text{Mg}$$

ب. ما عدد النيوترونات الموجودة في ذرة كل نظير؟ وبالتالي فإن عدد النيوترونات الموجودة في ذرة كل نظير هو
12، 13، و41 على التوالي.

Machine Translated by Google

2.4الأوزان الذرية

مقياس الكتلة الذرية

- يتم تعريف وحدة الكتلة الذرية عن طريق تعيين كتلة تساوي 12وحدة كتلة ذرية بالضبط لذرة غير مرتبطة كيميائيًا من نظير الكربون . 12C

- يمكننا تحديد متوسط الكتلة الذرية لعنصر ما، والتي تسمى عادةً الوزن الذري للعنصر (AW)، عن طريق جمع كتل نظائره مضروبة في وفرتها النسبية:

$$AW = \sum_i [(\text{isotope mass})_i (\text{fractional isotope abundance})_i]$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.4

الكلور الموجود في الطبيعة يتكون من 75.78%من 35Cl(الكتلة الذرية 34.969وحدة ذرية) و22.42% من 37Cl(الكتلة الذرية 36.966وحدة ذرية). احسب الوزن الذري للكلور.

$$AW = \sum_i [(\text{isotope mass})_i (\text{fractional isotope abundance})_i]$$

$$= (34.969)(0.7578) + (36.966)(0.2422) = 35.45 \text{ amu}$$

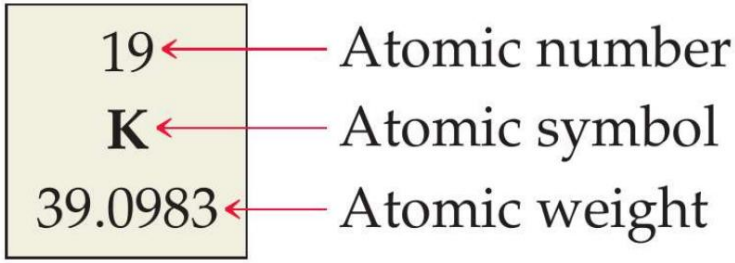
Machine Translated by Google

2.5الجدول الدوري

ترتيب العناصر حسب تزايد العدد الذري،

مع العناصر ذات الخصائص المتشابهة الموضوعة في أعمدة رأسية،

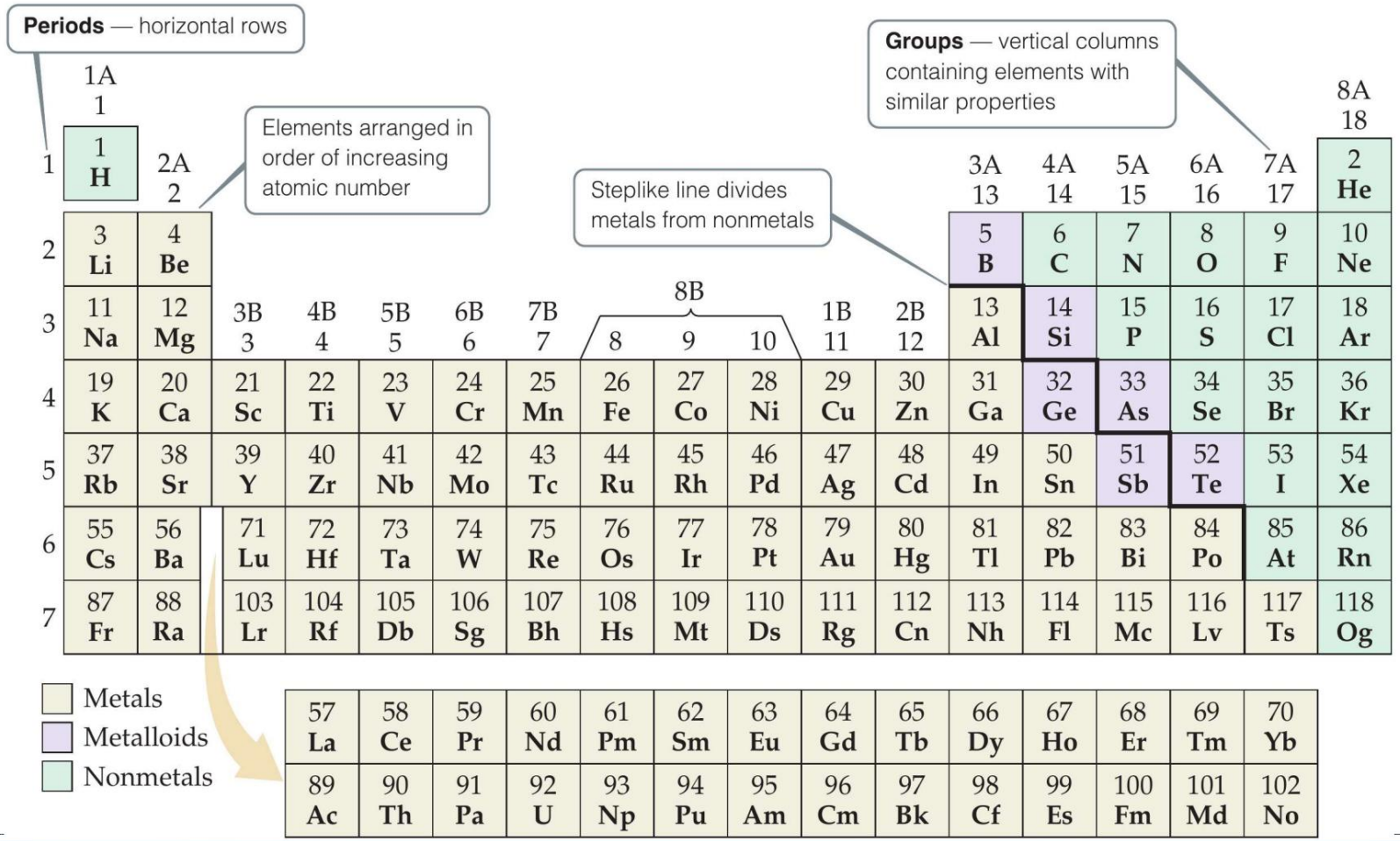
ويعرف بالجدول الدوري.



الصفوف الأفقية في الجدول الدوري تسمى فترات. الأعمدة الرأسية هي مجموعات.

Machine Translated by Google

2.5الجدول الدوري



Machine Translated by Google

TABLE 2.3 Names of Some Groups in the Periodic Table

Group	Name	Elements
1A	Alkali metals	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
2A	Alkaline earth metals	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
6A	Chalcogens	O, S, Se, Te, Po
7A	Halogens	F, Cl, Br, I, At
8A	Noble gases	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

يوضح رمز اللون في الجدول الدوري أنه باستثناء الهيدروجين، فإن جميع العناصر الموجودة على اليسار وفي منتصف الجدول هي عناصر معدنية أو معادن. تشترك جميع العناصر المعدنية في خصائص مميزة، مثل اللمعان والتوصيل الكهربائي والحراري العالي، وجميعها باستثناء الزئبق (Hg)صلبة في درجة حرارة الغرفة.

Machine Translated by Google

2.5الجدول الدوري

يتم فصل المعادن عن العناصر غير المعدنية، أو اللافلزات، بخط متدرج يمتد من البورون (B)إلى الأستاتين .(At)

أي من العناصر التي تقع على طول الخط الذي يفصل المعادن عن اللافلزات لها خصائص تقع بين خصائص المعادن واللافلزات.

غالبًا ما يشار إلى هذه العناصر باسم أشباه الفلزات.

عادةً ما توجد عناصر الغازات النبيلة في الطبيعة على شكل ذرات معزولة.

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.5

أي عنصرين من هذه العناصر تتوقع أن يظهرا أكبر قدر من التشابه في الخصائص الكيميائية والفيزيائية: Mg، P؟
B، Ca، F، He،

- الكالسيوم والمغنيسيوم متشابهان للغاية لأنهما في نفس المجموعة (2A، المعادن القلوية الترابية).

Machine Translated by Google

الجزيئات والصيغ الكيميائية

- يتكون معظم الأكسجين الموجود في الهواء من جزيئات تحتوي على ذرتين من الأكسجين، ونمثل هذا الأكسجين الجزيئي بالصيغة الكيميائية . O2

- الجزيء المكون من ذرتين يسمى جزيء ثنائي الذرة. المركبات المكونة من جزيئات تحتوي على أكثر من نوع واحد من الذرات تسمى مركبات جزيئية.

Machine Translated by Google

2.6الجزيئات والمركبات الجزيئية

الصيغ الجزيئية والتجريبية الصيغ الكيميائية التي تشير إلى الأعداد الفعلية للذرات في المادة

تسمى الجزيئات بالصيغ الجزيئية.

الصيغ الكيميائية التي تعطي فقط العدد النسبي للذرات

كل نوع في الجزيء يسمى بالصيغ التجريبية.

تكون الأرقام السفلية في الصيغة التجريبية دائمًا أصغر نسب عددية صحيحة ممكنة. مثال: الصيغة الجزيئية لبيروكسيد الهيدروجين هي ، H2O2

في حين أن صيغته التجريبية هي .HO

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.6

اكتب الصيغ التجريبية لـ أ. الجلوكوز، وهي مادة تُعرف أيضًا باسم سكر الدم أو الدكستروز -الصيغة الجزيئية C6H12O6 .

CH_2O

ب. أكسيد النيتروز، وهي مادة تستخدم كمخدر وتسمى عادة بالغاز الضاحك، الصيغة الجزيئية .N2O

N_2O

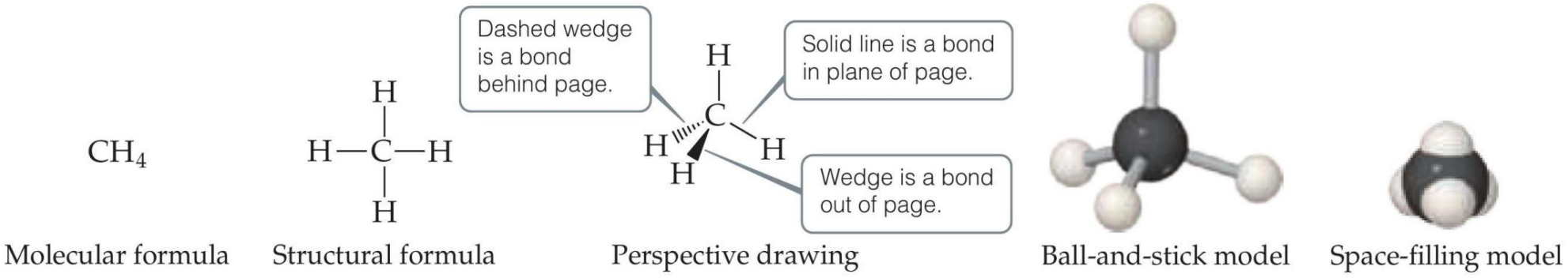
Machine Translated by Google

2.6الجزيئات والمركبات الجزيئية

تصوير الجزيئات توضح الصيغة البنيوية كيفية ارتباط ذرات المادة ببعضها

معاً.

تستخدم الرسومات المنظورية أسافينًا وخطوطًا متقطعة لتصوير الروابط التي لا تقع في مستوى الورقة.



▲ **Figure 2.18 Different representations of the methane (CH_4) molecule.** Structural formulas, perspective drawings, ball-and-stick models, and space-filling models.

Machine Translated by Google

2.6الجزيئات والمركبات الجزيئية

تُظهر نماذج الكرة والعصا الذرات على شكل كرات والروابط على شكل أعواد.

يتميز هذا النوع من النماذج بقدرته على تمثيل الزوايا التي ترتبط بها الذرات مع بعضها البعض في الجزيء بشكل دقيق.

تصور نماذج ملء الفراغات كيف سيبدو الجزيء إذا تم تكبير حجم الذرات. تُظهر هذه النماذج الأحجام النسبية للذرات، مما يساعد في تحديد هندستها الجزيئية.

عادةً ما يتم تحديد هويات الذرات من خلال اللون.

عادةً ما يتم تحديد هويات الذرات من خلال اللون.

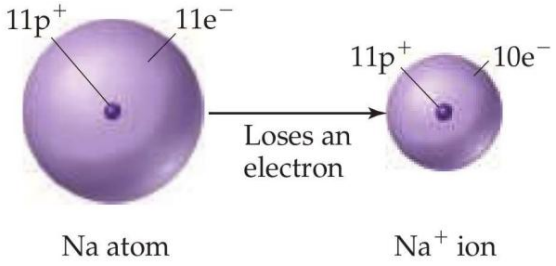
Machine Translated by Google

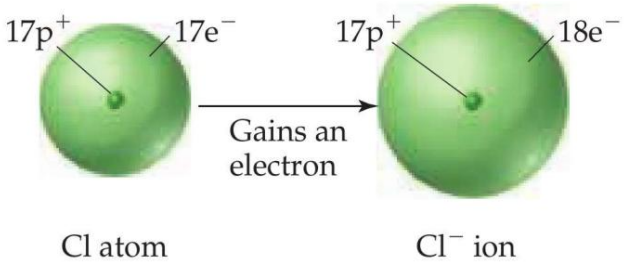
2.7الأيونات والمركبات الأيونية

إذا تمت إزالة الإلكترونات من الذرة أو إضافتها إليها، يتشكل جسيم مشحون يسمى أيون . الأيون ذو الشحنة الموجبة هو كاتيون ؛ والأيون ذو الشحنة السالبة هو

أنيون .

بشكل عام، تميل ذرات المعادن إلى فقدان الإلكترونات لتكوين الكاتيونات و
تميل الذرات اللافلزية إلى اكتساب الإلكترونات لتكوين الأنيونات.





Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.7

أعط الرمز الكيميائي، بما في ذلك الرقم العلوي الذي يشير إلى عدد الكتلة، لـ أ. الأيون الذي يحتوي على 22بروتونًا، و62 نيوترونًا، و91 إلكترونًا.

$$^{48}_{22}\mathrm{Ti}^{3+}$$

ب. أيون الكبريت الذي يحتوي على 16نيوترونًا و81 إلكترونًا.

$$^{32}_{16}\mathrm{S}^{2-}$$

Machine Translated by Google

2.7الأيونات والمركبات الأيونية

- بالإضافة إلى الأيونات البسيطة مثل Na^+ و Cl^-، هناك أيونات متعددة الذرات الأيونات، مثل (أيون الأمونيوم) NH_4^+ و(أيون الكبريتات) SO_4^{2-}، والتي تتكون من ذرات متصلة كما في الجزيء، ولكنها تحمل صافي إيجابي أو شحنة سلبية.

التنبؤ بالشحنات الأيونية

- الغازات النبيلة هي عناصر غير تفاعلية كيميائيًا وتشكل عدد قليل من المركبات.
- تكتسب أو تفقد العديد من الذرات الإلكترونات لتنتهي بنفس العدد من الإلكترونات باعتبارها الغاز النبيل الأقرب إليهم في الجدول الدوري.

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي رقم 2.8

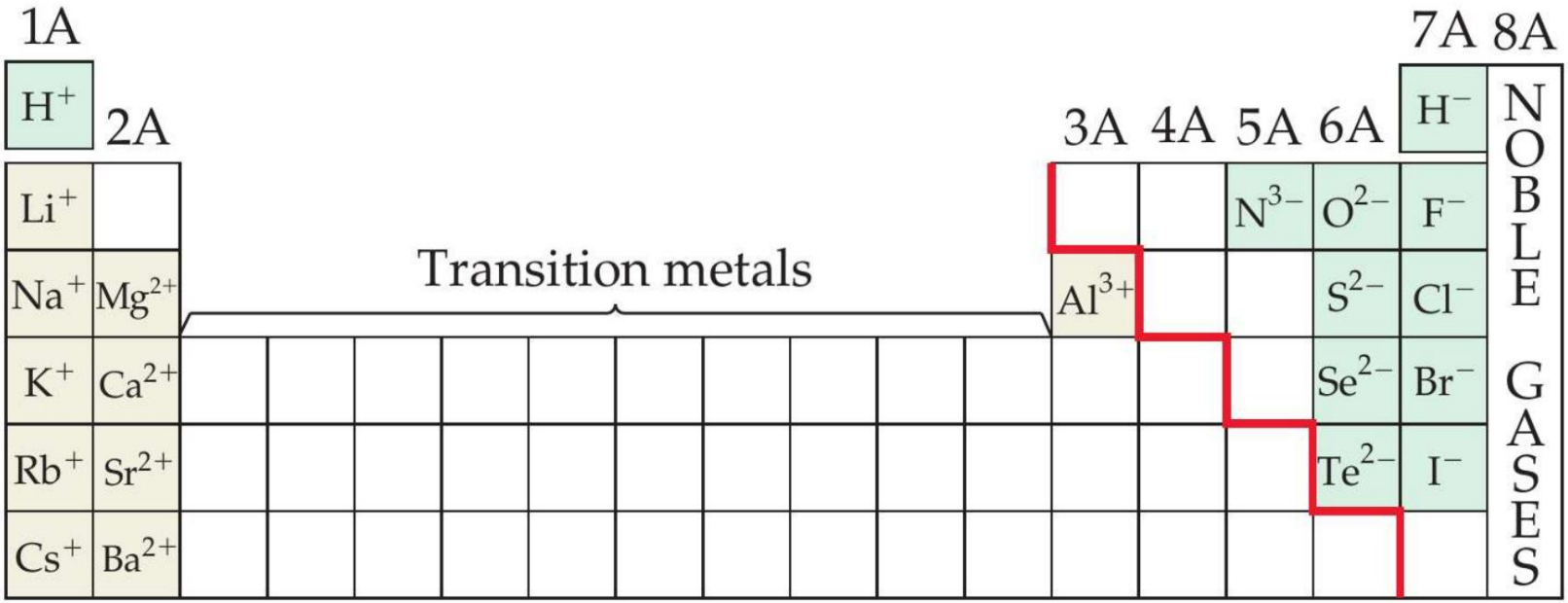
توقع الشحنة المتوقعة للأيون الأكثر استقرارًا للباريوم والأيون الأكثر استقرارًا للأكسجين.

- الباريوم له العدد الذري 56. أقرب غاز نبيل هو الزينون، العدد الذري 54. يمكن للباريوم أن يصل إلى ترتيب مستقر من 54 إلكترونًا عن طريق فقدان إلكترونين، مكونًا كاتيون Ba^{2+}.

- الأكسجين له العدد الذري 8. أقرب غاز نبيل هو النيون، العدد الذري 10. يمكن للأكسجين الوصول إلى هذا الترتيب الإلكتروني المستقر عن طريق اكتساب إلكترونين، مكونًا أنيون O^{2-}.

Machine Translated by Google

2.7الأيونات والمركبات الأيونية



▲ **Figure 2.19 Predictable charges of some common ions.** Notice that the red stepped line that divides metals from nonmetals also separates cations from anions. Hydrogen forms both 1+ and 1− ions.

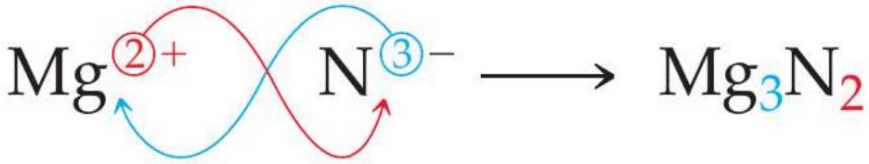
Machine Translated by Google

2.7الأيونات والمركبات الأيونية

المركبات الأيونية المركب الأيوني هو مركب يتكون من كاتيونات وأنيونات. المركبات الأيونية هي عمومًا مزيج من الفلزات واللافلزات، كما هو الحال في كلوريد الصوديوم. يمكننا كتابة الصيغة التجريبية للمركب الأيوني إذا عرفنا شحنات الأيونات. نظرًا لأن المركبات الكيميائية تكون دائمًا متعادلة كهربائيًا، فإن الأيونات في المركب الأيوني تحدث دائمًا بنسبة تساوي الشحنة الموجبة الكلية الشحنة السالبة الكلية.

إذا لم تكن الشحنات متساوية، فإن الشحنة على أيون واحد (بدون إشارتها) ستصبح الشحنة الموجودة أسفل الأيون الآخر.

Machine Translated by Google



هناك تحذير واحد لاستخدام هذا النهج. لذا فإن الصيغة التجريبية للمركب الأيوني المتكون بين

Ti4+و O2− هو TiO2 وليس . Ti2O4

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي رقم 2.9

أي من المركبات التالية تتوقع أن يكون أيوني: ؟ SF4 ، CaCl2، Na2O، N2O

نتوقع أن يكون Na2O وCaCl2 عبارة عن مركبات أيونية لأنها تتكون من معدن متحد مع لا فلز. نتوقع أن يكون N2O وSF4 عبارة عن مركبات جزيئية لأنها

تتكون بالكامل من اللافلزات.

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 2.10

اكتب الصيغة التجريبية للمركب المتكون من أيونات Cl– وAl3+

$AlCl_3$

ب. أيونات Al3+ وO2–

Al_2O_3

ج. أيونات Mg2+ وNO3 –

$Mg(NO_3)_2$