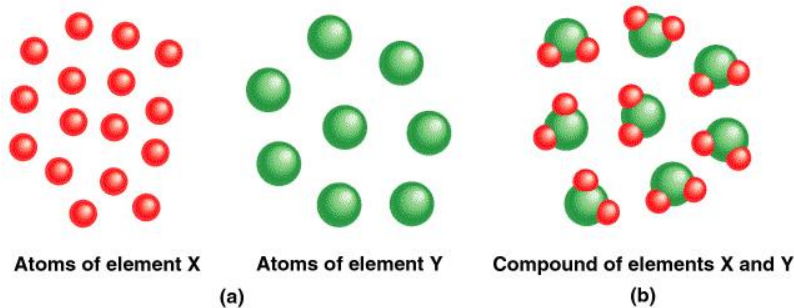


# Atomes, molécules et ions

# La théorie atomique de Dalton (1808)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Dalton's Atomic Theory

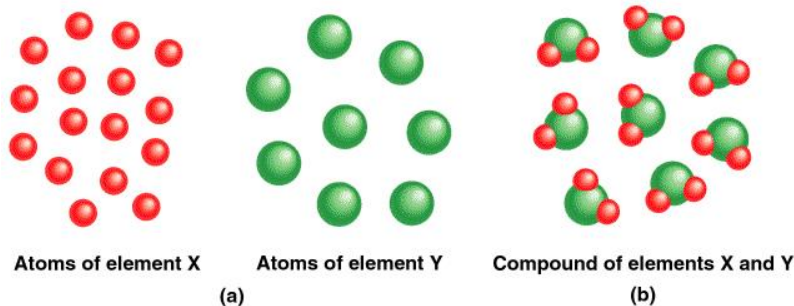


- Les éléments sont formés de particules extrêmement petites, appelées atomes. Tous les atomes d'un élément donné sont identiques entre eux. Les atomes d'un élément sont différents de ceux de tous les autres éléments.
- Les composés sont formés de plus d'un élément. Dans tout composé, le rapport entre le nombre d'atomes de deux éléments est soit un nombre entier, soit une fraction simple.

# La théorie atomique de Dalton (1808)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Dalton's Atomic Theory

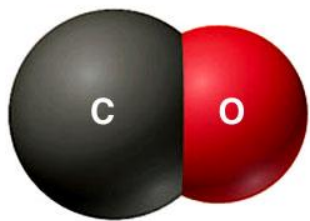


- Une réaction chimique n'est que la séparation, la combinaison, ou le réarrangement d'atomes; elle n'entraîne ni la destruction, ni la création d'atomes.
- N.B. Dalton ne connaissait pas la structure de l'atome (i.e., électrons, protons, neutrons, noyau, etc.)
  - Dalton imaginait l'atome petit et indivisible

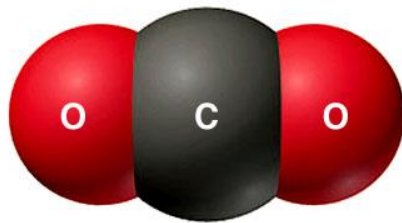
# La théorie atomique de Dalton (1808)

Martin S. Silberberg, Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 2<sup>nd</sup> Edition. Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Atomic Basis of the Law of Multiple Proportions



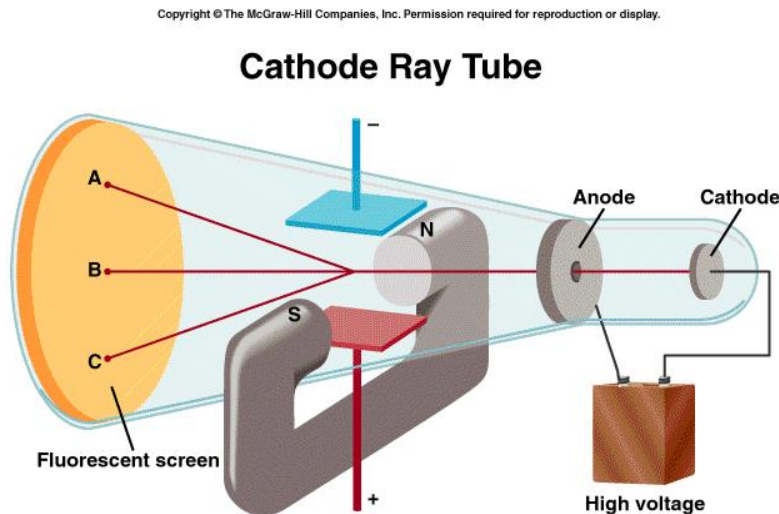
Carbon oxide I  
(carbon monoxide)



Carbon oxide II  
(carbon dioxide)

- le travail de Dalton a expliqué quelques observations empiriques
  - la loi des proportions définies
  - la loi des proportions multiples
  - la loi de la conservation de la masse

# La structure de l'atome: l'électron



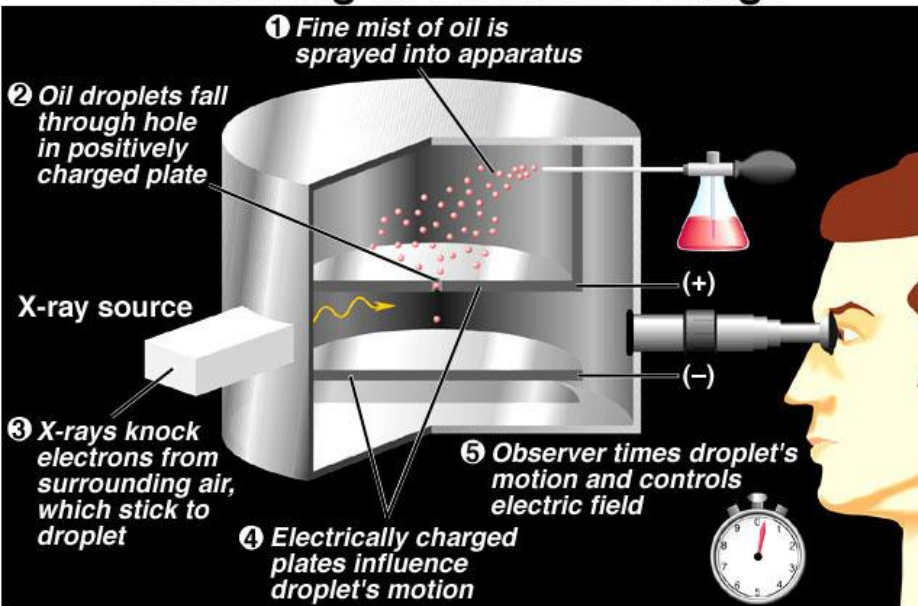
- avec un tube à rayon cathodique, on a prouvé l'existence d'une particule subatomique possédant une charge négative, l'électron
- Thomson a établi le rapport charge/masse de l'électron

$$\frac{\text{charge}}{\text{masse}} = -1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$$

# La structure de l'atome: l'électron

Martin S. Silberberg, Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 2nd Edition. Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Millikan's Oil-drop Experiment for Measuring an Electron's Charge



- Millikan a établi la charge de l'électron au début de 1900

$$\text{charge} = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

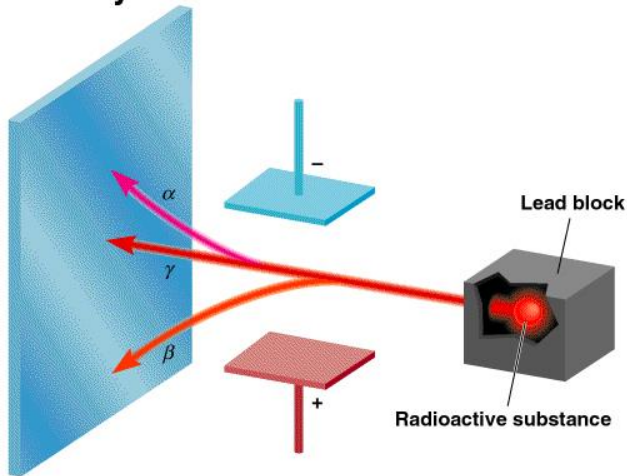
- avec l'aide du travail de Thomson, Millikan a déduit la masse de l'électron

$$\begin{aligned} \text{masse} &= \frac{\text{charge}}{\text{charge} / \text{masse}} \\ &= \frac{-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}{-1.76 \times 10^8 \text{ C/g}} = 9.09 \times 10^{-28} \text{ g} \end{aligned}$$

# La radioactivité

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Three Types of Rays Emitted  
by Radioactive Elements**

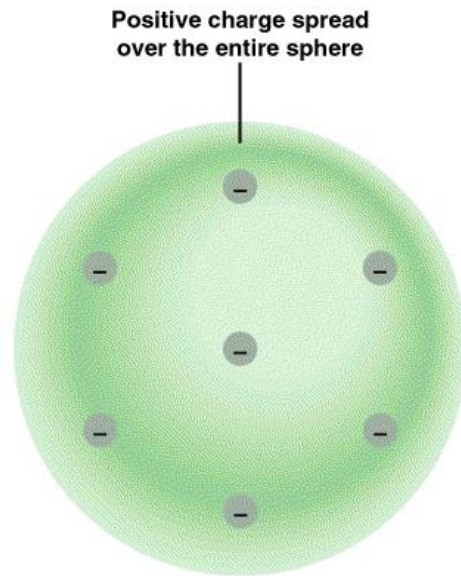


- radioactivité: l'émission spontanée de particules et/ou de radiation
- trois types de rayons produits par la désintégration de substances radioactives:
  - rayons/particules  $\alpha$  (noyaux d'He)
  - rayons/particules  $\beta$  (électrons)
  - rayons  $\gamma$  (rayons à haute énergie, pas de charge)

# La structure de l'atome: le proton et le noyau

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Thomson's Model of the Atom

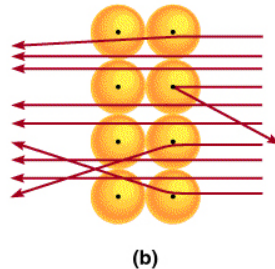
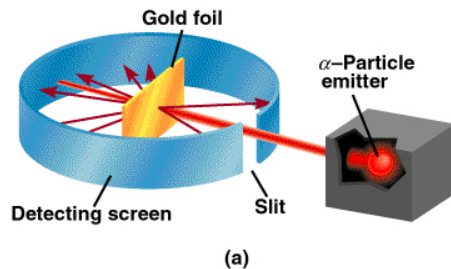


- avant 1910, le modèle “plum pudding” de Thomson pour l’atome était le modèle le plus populaire
- dans ce modèle, les (petits) électrons sont dispersés dans une sphère beaucoup plus grande de matière uniforme et positive
  - “logique” considérant la petite masse de l’électron

# La structure de l'atome: le proton et le noyau

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

## Rutherford's Experimental Design



- Rutherford a bombardé des minces feuilles d'or avec des particules  $\alpha$
- selon le modèle “plum pudding”, les particules  $\alpha$  passeraient à travers sans que leurs trajectoires ne soient beaucoup affectées
- cependant, quelques particules ont vu leurs trajectoires grandement perturbées

# La structure de l'atome: le proton et le noyau

- dans l'expérience de Rutherford, les déviations sont le résultat d'énormes répulsions
- parce que les particules  $\alpha$  sont chargées positivement, la charge positive doit être concentrée dans un très petit et massif noyau, au centre de l'atome (environ  $10^{-13}$  du volume de l'atome, mais presque 100% de la masse)
- les charges positives qui se situent dans le noyau sont des protons
- la charge du proton est la même que celle de l'électron, mais de signe contraire (i.e., positive)
- la masse du proton est  $1.67252 \times 10^{-24}$  g (environ 1840 fois celle de l'électron)

# La structure de l'atome: le neutron

- avant 1932, un grand mystère était le fait que l'H avait un proton alors que l'He en avait deux, tout en étant quatre fois plus massif!
- plusieurs devinaient l'existence du neutron, mais c'est Chadwick qui l'a découvert en 1932
- le neutron n'a pas de charge et est légèrement plus massif que le proton ( $1.67493 \times 10^{-24}$  g pour neutron vs  $1.67252 \times 10^{-24}$  g pour proton )

# Numéro atomique, nombre de masse et isotopes

- numéro atomique: le nombre de protons contenus dans le noyau de chaque atome d'un élément
- nombre de masse: le nombre total de neutrons et de protons contenus dans le noyau d'un atome
- tous les atomes d'un élément ont le même nombre de protons mais pas nécessairement le même nombre de neutrons
- on appelle isotopes les atomes qui ont le même numéro atomique, mais des nombres de masse différents

# Numéro atomique, nombre de masse et isotopes

- afin d'identifier un isotope, on utilise la notation  ${}^A_ZX$  où A est le nombre de masse, Z est le numéro atomique et X est l'élément en question
- les isotopes d'un élément ont essentiellement la même chimie car le nombre de neutrons a peu d'influence sur la chimie d'un élément
- on utilise le nombre de masse pour identifier les isotopes (ex.;  ${}^{235}_{92}\text{U}$  est uranium 235 et  ${}^{238}_{92}\text{U}$  est uranium 238)
- l'hydrogène a trois isotopes (seulement cet élément a des noms spéciaux pour ces isotopes)
  - ${}^1_1\text{H}$  : hydrogène
  - ${}^2_1\text{H}$  : deutérium
  - ${}^3_1\text{H}$  : tritium

# Le tableau périodique

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

# Modern Periodic Table

[illegible]

- tableau dans lequel sont regroupés les éléments ayant des propriétés chimiques et physiques similaires
- les rangées horizontales sont appelées périodes
- les colonnes verticales sont appelées groupes (ou familles)
- trois catégories d'éléments
  - métal (bon conducteur)
  - non-métal (mauvais conducteur)
  - métalloïde (entre métal et non-métal)

# Les molécules et les ions

- une molécule est un assemblage d'au moins deux atomes maintenus ensemble, dans un arrangement déterminé, par des forces chimiques
- un ion est un atome ou une molécule qui a gagné ou perdu des électrons
  - cation: ion de charge positive
  - anion: ion de charge négative
- un composé ionique est un composé de cations et d'anions
  - ex.; NaOH(s) est un ensemble de  $\text{Na}^+$  et  $\text{OH}^-$  et on n'a pas de molécule de NaOH distincte

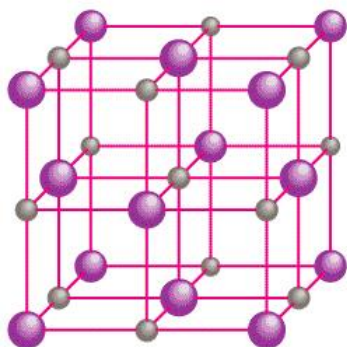
# Les formules chimiques

- formule moléculaire: indique le nombre exact d'atomes de chaque élément contenus dans la plus petite unité d'une substance
- formule empirique: indique dans quel rapport de nombres entiers se trouvent les éléments présents dans une molécule
- ex.; le peroxyde d'hydrogène est une molécule qui contient deux atomes d'oxygène et deux atomes d'hydrogène
  - sa formule moléculaire est  $\text{H}_2\text{O}_2$
  - sa formule empirique est  $\text{HO}$
- pour plusieurs molécules, les formules moléculaire et empirique sont identiques (ex.;  $\text{H}_2\text{O}$ )

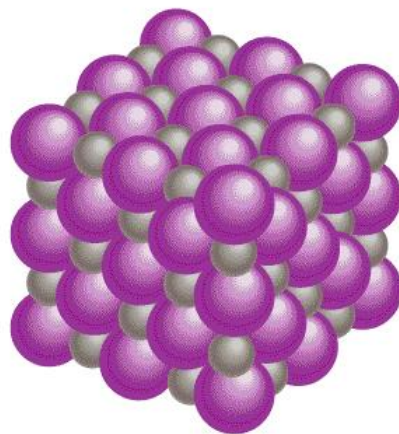
# Les formules chimiques

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Solid NaCl**



(a)



(b)

- pour un composé ionique, on n'a pas de molécules distinctes, donc on utilise leur formule empirique pour les identifier
- dans la figure, chaque  $\text{Na}^+$  est associé avec six  $\text{Cl}^-$ , chaque  $\text{Cl}^-$  est associé avec six  $\text{Na}^+$ , et le tout est électriquement neutre
- d'autres composés ioniques peuvent avoir des structures différentes et des charges différentes (tant que le cristal demeure électriquement neutre)
  - ex.;  $\text{Al}^{3+}$  et  $\text{O}^{2-}$  forme  $\text{Al}_2\text{O}_3$

# La nomenclature des composés inorganiques: les composés ioniques

- pour les composés ioniques, on nomme d'abord l'anion suivi du cation
- l'anion ou le cation est parfois polyatomique
  - ex.;  $\text{NH}_4^+$  : ammonium
  - $\text{OH}^-$  : hydroxide
  - $\text{NO}_3^-$  : nitrate
  - $\text{NO}_2^-$  : nitrite
  - $\text{CO}_3^{2-}$  : carbonate
  - $\text{PO}_4^{3-}$  : phosphate
  - $\text{SO}_4^{2-}$  : sulfate
  - $\text{SO}_3^{2-}$  : sulfite
- ex.;  $\text{KBr}$  : bromure de potassium
- $\text{Al}_2\text{O}_3$  : oxyde d'aluminium
- $\text{KCN}$  : cyanure de potassium
- $\text{ZnI}_2$  : iodure de zinc
- $\text{NaOH}$  : hydroxyde de sodium
- $\text{NH}_4\text{Cl}$  : chlorure d'ammonium

# La nomenclature des composés inorganiques: les composés covalents

- les composés covalents sont formés de molécules distinctes
- pour un composé covalent binaire, on nomme en premier le deuxième élément de la formule
  - ex.; HCl : chlorure d'hydrogène  
NO : oxyde d'azote  
SiC : carbure de silicium

# La nomenclature des composés inorganiques: les composés covalents

- lorsque deux éléments forment plusieurs composés, on utilise des préfixes d'origine grecque pour spécifier le nombre d'atomes de chaque élément
  - ex.; CO : monoxyde de carbone  
CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone  
NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote  
N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> : tétroxyde de diazote
- beaucoup de composés covalents contenant l'hydrogène sont appelés par leur nom commun
  - ex.; B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> : diborane  
NH<sub>3</sub> : ammoniac  
SiH<sub>4</sub> : silane
  - CH<sub>4</sub> : méthane  
H<sub>2</sub>O : eau  
PH<sub>3</sub> : phosphine

# La nomenclature des composés inorganiques: les acides et les bases

- une définition d'acide est : une substance qui libère  $H^+$  une fois dissoute dans l'eau
- si l'acide n'est pas un oxacide, i.e., ne contient pas d'oxygène, on remplace le suffixe "ure" par le suffixe "hydrique"
  - ex.;  $HF$  : acide fluorhydrique  
 $HI$  : acide iodhydrique  
 $H_2S$  : acide sulfhydrique
- N.B.  $HCl(g)$  est le chlorure d'hydrogène, mais une fois dissous dans l'eau, il libère  $H^+$  et devient l'acide chlorhydrique

# La nomenclature des composés inorganiques: les acides et les bases

- pour un oxacide (formule générale  $H_mXO_n$ ) il arrive souvent qu'il y ait plusieurs valeurs de  $n$  possible pour chaque élément X, et dans une telle série,
  - il y a toujours un acide dans la série qui termine en “ique”
  - l'ajout d'un autre atome d'oxygène produit l'acide “per...ique”
  - le retranchement d'un atome d'oxygène produit l'acide “eux”
  - le retranchement d'un deuxième atome d'oxygène produit l'acide “hypo...eux”

# La nomenclature des composés inorganiques: les acides et les bases

- ex.;      $\text{H}_2\text{CO}_3$  : acide carbonique

$\text{HNO}_3$  : acide nitrique

$\text{HNO}_2$  : acide nitreux

$\text{H}_2\text{SO}_4$  : acide sulfurique

$\text{H}_2\text{SO}_3$  : acide sulfureux

$\text{HClO}_4$  : acide perchlorique

$\text{HClO}_3$  : acide chlorique

$\text{HClO}_2$  : acide chloreux

$\text{HOCl}$  : acide hypochloreux

# La nomenclature des composés inorganiques: les acides et les bases

- lorsque un oxacide perd tous ses  $\text{H}^+$  pour produire un oxanion
  - l'acide "ique" produit l'anion "ate"
    - ex.;  $\text{ClO}_4^-$  : perchlorate  
 $\text{ClO}_3^-$  : chlorate
  - l'acide "eux" produit l'anion "ite"
    - ex.;  $\text{ClO}_2^-$  : chlorite  
 $\text{OCl}^-$  : hypochlorite
- lorsque tous les  $\text{H}^+$  ne sont pas encore perdus, on doit spécifier le nombre de H présents
  - ex.;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  : acide phosphorique  
 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  : dihydrogénophosphate  
 $\text{HPO}_4^{2-}$  : hydrogénophosphate  
 $\text{PO}_4^{3-}$  : phosphate