Chemistry
(物化含分析)

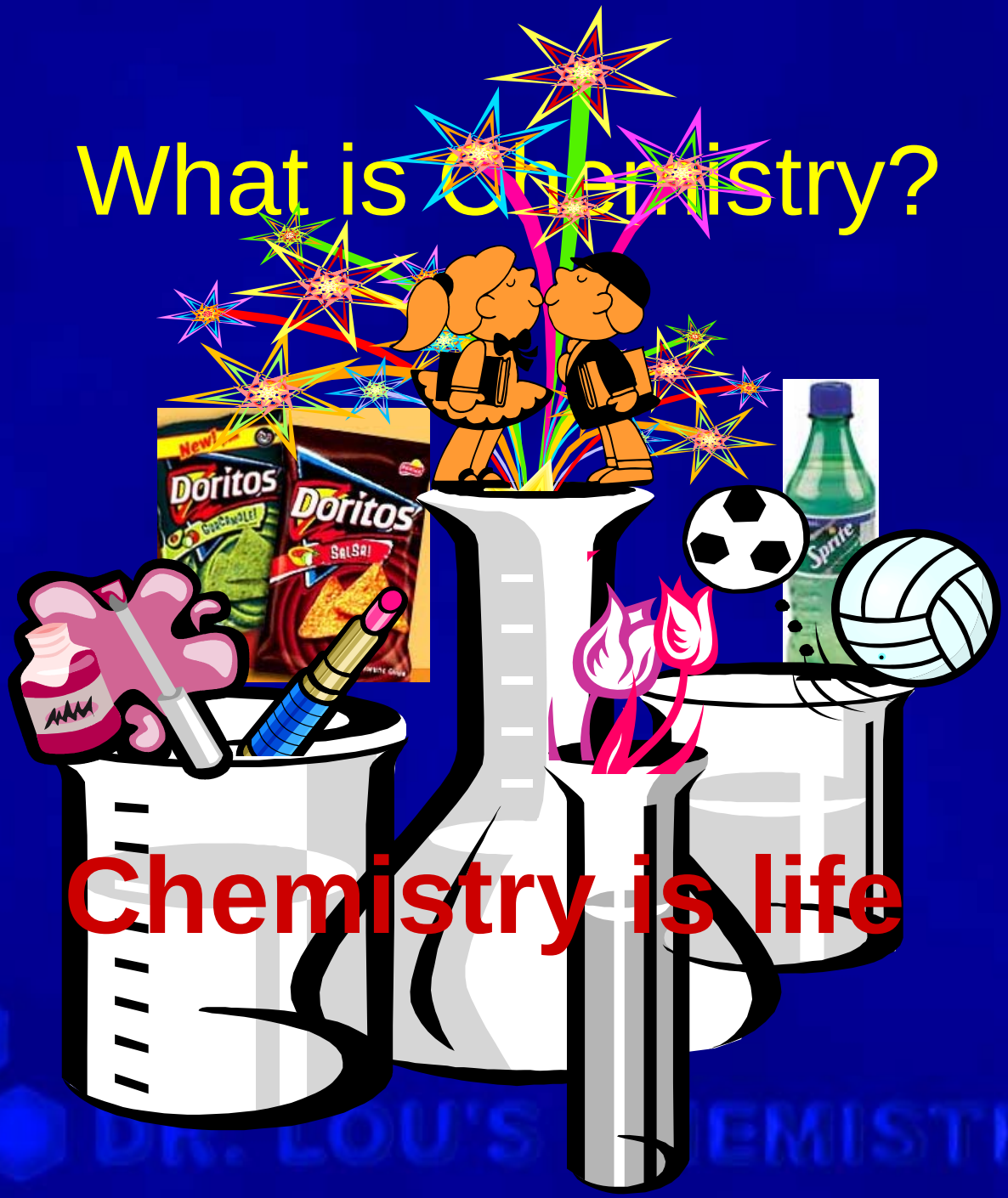
by

駱碧秀老師

教學網站：http://memo.cgu.edu.tw/bih-show/

DR. LOU'S CHEMISTRY

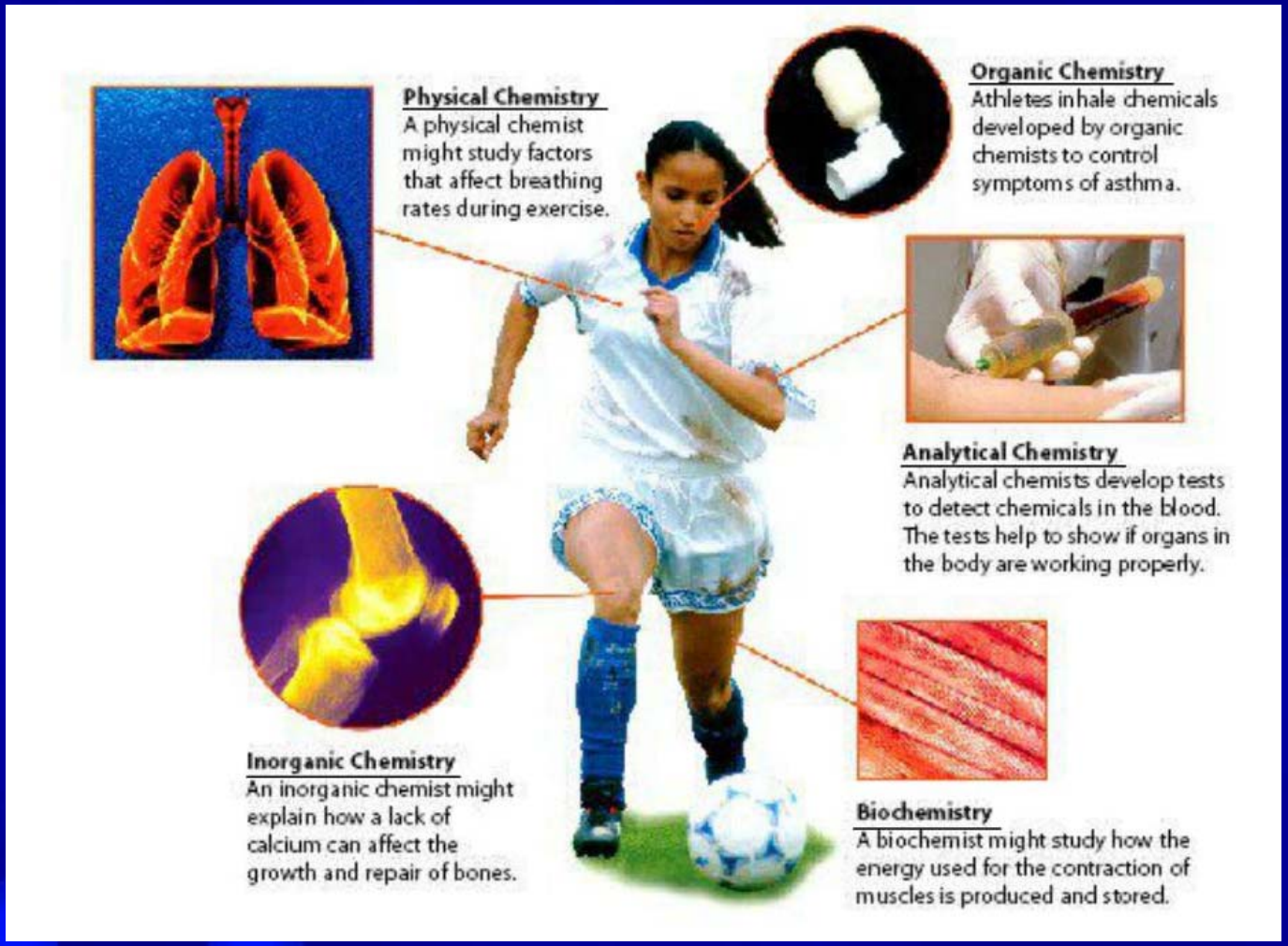
What is Chemistry?



Chemistry is life

DR. LOU'S CHEMISTRY

5 Major Areas of Chemistry



Boundaries not firm

Overlap

&

Interact

DR. LOU'S CHEMISTRY

Lecture & Assignment Schedule:

Week	Date	Topics	
1	2/24	Topic 1:	Introduction: Why Chemistry & Language of Chemistry
2	3/03	Topic 2:	Measurements & calculations in chemistry
3	3/10	Topic 3:	Thermochemistry
4	3/17		Thermodynamics - the 2nd law (spontaneity)
5	3/24	Topic 4:	Electrochemistry
6	**3/31**		**期中考 I (工六第二會議室)**
7	4/07	Topic 5:	Quantum chemistry – chemical bond & molecular orbitals
8	4/14		Molecular Interaction
9	4/21	Topic 6:	Spectrochemistry
10	4/28		Absorption & Fluorescence spectroscopy
11	5/05		Mass spectrometry
12	**5/12**		**期中考 II (工六第二會議室)**
13	5/19	Topic 7:	Acids, Bases and Buffer
14	5/26		Polyprotic Acids and bases
15	6/02	Topic 8:	Separations - Principles of Chromatography
16	6/09		GC & LC
17	6/16		Capillary Electrophoresis
18	**6/23**		**期末考 (工六第二會議室)**

DR. LOU'S CHEMISTRY

Text Book

FJ Holler and SR Crouch

"***Skoog and West's Fundamentals of Analytical Chemistry*** "

International Edition, **2014** by

Brooks/Cole, Cengage Learning

P. Atkins and J. Paula

"Elements of Physical Chemistry "

4th Edition, **2007** by W.H. Freeman & Company

DR. LOU'S CHEMISTRY

Grade:

- 課程參與度（含小考）: 10%
- 作業: 10%
- 期中考: 25%
- 期末考: 30%

成績，不只是在於你知道什麼，

而在於你表現什麼。

成功法則第一招：來上課！做就對了！

DR. LOU'S CHEMISTRY

What is Chemistry?

- Study of the structure of matter
- From the smallest (atoms) to the largest (materials)
- Atomic or molecular properties affect material properties
- Study of the changes matter undergoes (reactions)

DR. LOU'S CHEMISTRY

Why Study Chemistry?

- To be better informed.
- To be a knowledgeable consumer.
- To make better decisions for yourself and society.
- To learn problem-solving skills.
- To enhance analytical thinking.
  - To understand how analysts derive the results that you will use.
  - To understand the limitations (the uncertainties) of the results.

DR. LOU'S CHEMISTRY

教學目標(核心能力)

醫預科學生科學能力 E1, E2, E4

- 強化學生的化學基礎理論的認識與理解 。
- 介紹化學技術之新發展與應用，使學生具有日常生活知能。
- 培養學生獨立思考、創造及解決問題能力。
- 理解科研測量的結果可能之極限。
- 訓練學生整合不同學門相關知識的能力。

DR. LOU'S CHEMISTRY

未來醫師的科學基礎

(Scientific Foundations for Future Physicians)

AAMC (Association of American Medical Colleges) - HHMI (Howard Hughes Medical Institute)委員會報告

在2008年秋天，AAMC開始對醫學院入學測驗(Medical College Admission Test, MCAT)進行全面檢討。AAMC與HHMI召集了22位來自全國的學院、大學及醫學院的科學家、醫師、及科學教育者。這些代表了各個傳統科學領域的委員們，被要求訂定出大學畢業生在進入醫學院之前，以及醫學院畢業生，必須具備的最重要的自然科學能力。

DR. LOU'S CHEMISTRY

The Need for Change

- 未來的醫師必須具備紮實的科學基礎以執行現代醫療。
- 目前的醫學課程對於基本科學原理不夠重視，然而這是終身學習與生醫科學基本能力的關鍵。

跨領域(interdisciplinary)整合課程

- 學生學術的嚴謹、分析性思考、量化評估、及分析人類生物學之複雜系統的能力。
- 科學能力應該包括在基礎科學的最新發展，強調物理、化學及數學科學與執行醫療之間日漸密切的關係。
- 運用物理及化學的主要原理，去解釋正常生物學、重大疾病的病理生物學、以及應用於疾病預防、診斷及治療的主要科技之作用機制。

DR. LOU'S CHEMISTRY

對醫學系新生的期待
(Entering Medical Student Expectations)

一. 醫預科學生科學能力E1
(Competency E1)

- 應用定量推論(quantitative reasoning)及適當的數學，去敘述或解釋自然世界的現象。
- 應用空間推理去解釋多維的數字與視覺的資料(例如蛋白質結構)。

DR. LOU'S CHEMISTRY

二. 醫預科學生科學能力E2（Competency E2):

顯示對於科學研究過程的瞭解，並能解釋科學知識是如何發現與驗證的

學習目的（Learning Objectives）

1. 透過實際操作實驗或實地工作經驗發展觀察及解釋的技巧。

   範例：

   a. 收集並解釋辨認化合物的混合物之原始資料。

   b. 利用簡化或部份的資料去建構三度空間的樣本(例如從書面方程式發展有機分子的模型，或從連續切片分析去建立生物構造的模型)。

   c. 顯示出能夠利用在實驗室分析或實地觀察所做的測量，來分析及推斷結論的能力。

DR. LOU'S CHEMISTRY

2. 展現有能力去精密、正確及安全的測量。

範例：

a. 考量從實驗結果所得到的原始資料之正確、精密及重複性，以進行適當地分析及做出結論，包括隨機及系統來源的誤差之間的差別。

b. 應用計量分析(stoichiometric analysis)去預測生產量，而且利用定量測量方法去解釋實驗結果。

c. 在使用化學藥品時，有能力利用標準的物質安全資料表(Material Safety Data Sheet, MSDS)去決定適當的個人防護及廢棄物處理技術。

DR. LOU'S CHEMISTRY

3. 有能力操作基本的實驗室儀器以進行科學測量。

範例：

a. 運用適當的儀器去測量簡單電路的電壓與電流。
b. 利用適當的偵測器與儀器去監測放射性衰變。
c. 校準天平。
d. 熟悉重要的化學及生物化學之分離與純化技術的儀器與方法。
e. 確認分析光譜技術(analytical spectroscopic techniques)，例如UV、visible and infrared absorption、fluorescence、mass spectrometry、X-ray及NMR，在重要的化學及生物化學之利用。

DR. LOU'S CHEMISTRY

4. 有能力(在有人指導的調查或專題研究)說明科學的問題與假說、設計實驗、得到數據、執行數據分析，並且呈現成果。

範例：

a. 有能力去發展一個研究計畫與報告：產生假說，設計一個有適當控制的執行計畫，考慮相關變數的控制，收集與分析定量數據，提出結論及呈現研究成果(例如科學研討會、論文或海報)

b. 有能力在團隊中工作，以計畫與/或完成一個複雜的目標(例如利用一種以上的科學原理來完成一份報告或一個實驗)。

c. 有能力去閱讀及分析一篇科學文獻所呈現的結果，並以此結果為基礎去發展一個假說，而且敘述能測試此假說的實驗。

d. 發展一個示範設計以達到目標，例如一個電路、分子合成或是酵素分析。

e. 有能力去解釋什麼情況會構成撰寫及報告內容的剽竊，以及如何避免與防止數據的竄改與偽造。

DR. LOU'S CHEMISTRY

5. 展現有能力做有效地搜尋、批判性評估、以及溝通與分析科學文獻。

範例：

a. 運用適當的資料庫去發現某個主題的相關文獻，而且有能力去摘要及報告目前所知。

b. 評估文獻中的論文並注意其弱點，例如實驗的設計（例如變數混亂）、邏輯或結論。

DR. LOU'S CHEMISTRY

三. 醫預科學生科學能力E3（Competency E3）

瞭解基本的物理原理，以及其於生活系統的應用。

1. 展現電磁學原理的知識(例如電荷、電流、電阻、電容、電位及磁場)。

範例：

a. 解釋一個電容器充電或放電的時間，是如何依賴於充電或放電之電路的電容及電阻。

b. 將電阻與電容的概念應用於有髓鞘與無髓鞘之神經軸突的電流特性，以及這些特性如何影響動作電位在不同型的神經細胞的傳導速度。

c. 將電學原理應用於電流與電壓的危險災害。

d. 敘述電流如何建立磁場，以及時變磁場(time-varying magnetic fields)如何在物質(例如金屬或生物組織)引起電流。

DR. LOU'S CHEMISTRY

4. 展現熱力學與流體力學原理的知識。

- 範例：
  a. 解釋熱傳遞的機制。
  b. 將熱力學定律的知識應用於不同層次的過程。.
  c. 解釋穿透生物膜之單純擴散的熱力學。
  d. 解釋黏稠性如何影響血流。

DR. LOU'S CHEMISTRY

5. 展現量子力學原理的知識，例如原子及分子能階、自旋、及游離輻射。

- 範例：
  a. 利用原子構造的知識去解釋游離輻射之起源，及其與物質的相互作用。
  b. 應用物理學原理去解釋磁共振信號(magnetic resonance signals)的產生、偵測及分析。
  c. 應用分子能階的知識去解釋如何從振動光譜(vibrational spectroscopy)獲得結構的資料。
  d. 應用電磁輻射原理，及其與物質的相互作用。

DR. LOU'S CHEMISTRY

6. 展現系統行為原則(principles of systems behavior)的知識，包括輸入－輸出關係及正與負回饋的原則。

- 範例：
  a. 利用輸入－輸出關係，去了解食物能量轉換成為肌肉運動的效率。
  b. 應用負回饋原理，去解釋建築物內與人體內的溫度是如何調控。
  c. 應用正回饋原理去解釋動作電位。

DR. LOU'S CHEMISTRY

四 醫預科學生科學能力E4（Competency E4）

展現化學基本原理的知識，及某些原理被應用來瞭解生命系統

1. 展現原子構造的知識。

- 範例：
  a. 利用原子構造之原子軌道及原子性質的周期性來解釋化學反應。
  b. 定義同位素的構造本質與特徵，及解釋它們為何適合或不適合做為生物學追蹤劑。

DR. LOU'S CHEMISTRY

2. 展現分子結構之知識。

- 範例：

a. 應用建立於靜電學、混成(hybridization)與分子軌道理論之原理的離子鍵與分子共價鍵的理論，去解釋分子的特徵，例如負電性與鍵結強度與角度。

b. 預測分子幾何結構(molecular geometry)，包括同分異構(isomerism)的產生。

c. 利用命名規則於共價鍵及離子化合物(例如能夠辨認分子結構及方程式，知道官能基的名稱)。

d. 解釋如何藉由X-ray繞射及光譜分析法來確定分子的結構。

DR. LOU'S CHEMISTRY

3. 展現分子間的相互作用的知識。

- 範例：
  a. 解釋離子交互作用、凡得瓦力(van der Waals interactions)、氫鍵及厭水性交互作用之間的區別。
  b. 應用此知識去了解大分子、液體(特別是水)及固體的結構。
  c. 應用此知識去了解生物大分子及生物聚合，例如膜(membrane)。

DR. LOU'S CHEMISTRY

4. 展現熱力學準則的知識於自發性的物理過程及化學反應，以及熱力學與化學平衡的關係。

- 範例：
  a. 應用熱力學定律去進行熱化學計算。
  b. 應用酸鹼平衡的概念。
  c. 應用電化學平衡及濃差電池(concentration cells)的概念。
  d. 將這些概念應用於生化過程，例如新陳代謝、光合作用、及細胞膜的電化學過程。

DR. LOU'S CHEMISTRY

5. 展現化學反應的原理的知識，以解釋化學動力學及得到可能的反應機制。

- 範例：
  a. 解釋反應速率的測量如何導致速率定律的決定。
  b. 解釋反應速率受溫度的影響。
  c. 應用這些概念去預測生化過程，例如酵素催化作用。

DR. LOU'S CHEMISTRY

6. 展現對於含碳化合物之化學知識，及它們在水性環境中的反應。

- 範例：
  a. 認知官能基與化學反應的主要類型。
  b. 解釋分子結構及幾何結構，包括不對稱性(chirality)，如何與化學反應有關。
  c. 解釋利用常見的光譜分析方法(例如NMR、UV/visible /IR absorption、x-ray diffraction)來推論生物－有機分子的結構的化學原理。
  d. 應用共價碳化合物(covalent carbon compounds)的化學知識去解釋生化反應。

DR. LOU'S CHEMISTRY

五 醫預科學生科學能力E5（Competency E5）

展現生物分子如何對細胞構造與功能有貢獻的知識

1. 展現對於生物大分子的構造、生物合成與降解之知識。

- 範例：
  a. 辨認主要的大分子(蛋白質、核酸、碳水化合物、及脂肪)，而且解釋它們的結構如何影響它們的特質。
  b. 解釋疏水性(hydrophobicity)與親水性(hydrophilicity)如何驅動分子結合，以及對其特異性和親和力的貢獻。
  c. 解釋為什麼蛋白質、核酸、碳水化合物及脂肪的降解與再循環作用，對細胞之正常功能是必須的。

DR. LOU'S CHEMISTRY

2. 瞭解在空間(例如隔間compartmentation)及時間的環境中，驅動生物過程之化學熱力學及動力學原則的知識，包括酵素催化反應及新陳代謝的途徑、調控、合成，以及連續反應步驟的化學邏輯。

- 範例：
  a. 辨認六種主要的生物化學反應：氧化還原反應、基轉移、水解、異構化、連結、溶解。
  b. 區別不同型式的酵素控制，例如反饋、競爭抑制、非競爭抑制及異位調節效應。
  c. 解釋膜梯度(membrane gradients)與電子傳遞如何作用以產生與儲存的能量。
  d. 解釋葡萄糖如何依靠鈉濃度梯度來通過上皮。
  e. 敘述Na-K-ATPase在維持細胞靜止膜電位的角色。
  f. 解釋儲存在ATP的能量是如何藉由運動蛋白轉換以產生運動。
  g. 解釋糖解作用途徑的化學論理。
  h. 解釋能量是如何儲存於脂肪酸及複合脂質。

& ……more. It is a 40-pages report!

DR. LOU'S CHEMISTRY

Topic 1: Language of Chemistry

- Atom
- Ion
- molecule

https://www.youtube.com/watch?v=VzjgmzwxuYg

DR. LOU'S CHEMISTRY

Chemical Bonds

1. Covalent Bonds
   - Bonds form between atoms by sharing electrons.
   - Resulting collection of atoms is called a molecule.

DR. LOU'S CHEMISTRY

Chemical Bonds

2. Ionic Bonds

- Bonds form due to force of attraction between oppositely charged ions.
- *Ion* – atom or group of atoms that has a net positive or negative charge.
- *Cation* – positive ion; lost electron(s).
- *Anion* – negative ion; gained electron(s).

DR. LOU'S CHEMISTRY

Chemical equations

- A representation of a chemical reaction:

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

reactants products

- Reactants : left side of the arrow, products : right side of the arrow.
- The equation is balanced

DR. LOU'S CHEMISTRY

Naming Compounds

Which of the following is *not* the correct

a) Li2O, lithium oxide
b) FePO4, iron(III) phosphate
c) HF, hydrogen fluoride
d) BaCl2, barium dichloride
e) Mg3N2, magnesium nitride

What is the correct name for Mg3(PO4)2?

a) Trimagnesium diphosphate
b) Magnesium(II) phosphate
c) Magnesium phosphate
d) Magnesium(II) diphosphate
e) Magnesium(III) diphosphate

DR. LOU'S CHEMISTRY

Naming Compounds

1. Binary Compounds
   - Composed of two elements
   - Ionic and covalent compounds included
2. Binary Ionic Compounds
   - Metal—nonmetal
3. Binary Covalent Compounds
   - Nonmetal—nonmetal

DR. LOU'S CHEMISTRY

Binary Ionic Compounds (Type I)

1. The cation is always named first and the anion second.
2. A monatomic cation takes its name from the name of the parent element.
3. A monatomic anion is named by taking the root of the element name and adding *–ide*.

DR. LOU'S CHEMISTRY

TABLE 3.3 › Common Monatomic Cations and Anions

Cation	Name	Anion	Name
H^+	Hydrogen	H^-	Hydride
Li^+	Lithium	F^-	Fluoride
Na^+	Sodium	Cl^-	Chloride
K^+	Potassium	Br^-	Bromide
Cs^+	Cesium	I^-	Iodide
Be^{2+}	Beryllium	O^{2-}	Oxide
Mg^{2+}	Magnesium	S^{2-}	Sulfide
Ca^{2+}	Calcium	N^{3-}	Nitride
Ba^{2+}	Barium	P^{3-}	Phosphide
Al^{3+}	Aluminum		

DR. LOU'S CHEMISTRY

Binary Ionic Compounds (Type I)

Examples:

KCl	Potassium chloride
$MgBr_2$	Magnesium bromide
CaO	Calcium oxide

DR. LOU'S CHEMISTRY

Binary Ionic Compounds (Type II)

1. Metals in these compounds form more than one type of positive charge.
2. Charge on the metal ion must be specified.
3. Roman numeral indicates the charge of the metal cation.
4. Transition metal cations usually require a Roman numeral.

DR. LOU'S CHEMISTRY

TABLE 3.4 › Common Type II Cations

Ion	Systematic Name
Fe^{3+}	Iron(III)
Fe^{2+}	Iron(II)
Cu^{2+}	Copper(II)
Cu^{+}	Copper(I)
Co^{3+}	Cobalt(III)
Co^{2+}	Cobalt(II)
Sn^{4+}	Tin(IV)
Sn^{2+}	Tin(II)
Pb^{4+}	Lead(IV)
Pb^{2+}	Lead(II)
Hg^{2+}	Mercury(II)
Hg_2^{2+*}	Mercury(I)
Ag^{+}	Silver†
Zn^{2+}	Zinc†
Cd^{2+}	Cadmium†

Binary Ionic Compounds (Type II)

Examples:

CuBr	Copper(I) bromide
FeS	Iron(II) sulfide
PbO_2	Lead(IV) oxide

DR. LOU'S CHEMISTRY

Polyatomic Ions

1. Must be memorized (Table in next page)
2. Examples of compounds containing polyatomic ions:

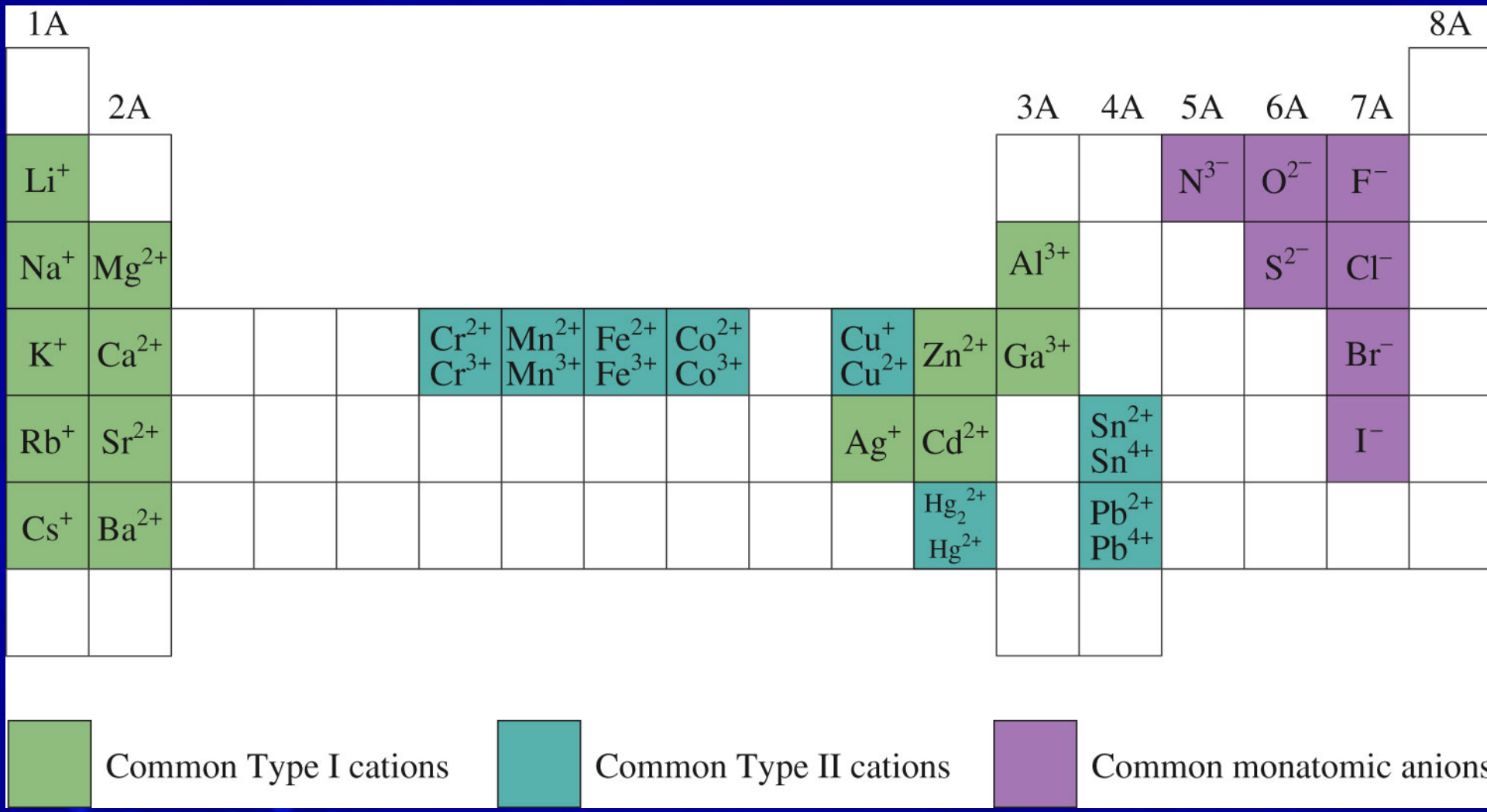
NaOH	Sodium hydroxide
$Mg(NO_3)_2$	Magnesium nitrate
$(NH_4)_2SO_4$	Ammonium sulfate

DR. LOU'S CHEMISTRY

TABLE 3.5 › Common Polyatomic Ions

Ion	Name	Ion	Name
Hg_2^{2+}	Mercury(I)	NCS^- or SCN^-	Thiocyanate
NH_4^+	Ammonium	CO_3^{2-}	Carbonate
NO_2^-	Nitrite	HCO_3^-	Hydrogen carbonate (bicarbonate is a widely used common name)
NO_3^-	Nitrate		
SO_3^{2-}	Sulfite		
SO_4^{2-}	Sulfate	ClO^- or OCl^-	Hypochlorite
HSO_4^-	Hydrogen sulfate (bisulfate is a widely used common name)	ClO_2^-	Chlorite
		ClO_3^-	Chlorate
		ClO_4^-	Perchlorate
OH^-	Hydroxide	$C_2H_3O_2^-$	Acetate
CN^-	Cyanide	MnO_4^-	Permanganate
PO_4^{3-}	Phosphate	$Cr_2O_7^{2-}$	Dichromate
HPO_4^{2-}	Hydrogen phosphate	CrO_4^{2-}	Chromate
$H_2PO_4^-$	Dihydrogen phosphate	O_2^{2-}	Peroxide
		$C_2O_4^{2-}$	Oxalate
		$S_2O_3^{2-}$	Thiosulfate

DR. LOU'S CHEMISTRY



DR. LOU'S CHEMISTRY

Binary Covalent Compounds (Type III)

- Formed between two nonmetals.

1. The first element in the formula is named first, using the full element name.
2. The second element is named as if it were an anion.
3. Prefixes are used to denote the numbers of atoms present.
4. The prefix *mono-* is never used for naming the first element.

DR. LOU'S CHEMISTRY

Prefixes Used to Indicate Number in Chemical Names

TABLE 3.6 › Prefixes Used to Indicate Number in Chemical Names

Prefix	Number Indicated
mono-	1
di-	2
tri-	3
tetra-	4
penta-	5
hexa-	6
hepta-	7
octa-	8
nona-	9
deca-	10

Copyright © Cengage Learning. All rights reserved

Binary Covalent Compounds (Type III)

Examples:

CO_2	Carbon dioxide
SF_6	Sulfur hexafluoride
N_2O_4	Dinitrogen tetroxide

DR. LOU'S CHEMISTRY

Acids

- Acids can be recognized by the hydrogen that appears first in the formula—HCl.
- Molecule with one or more H^+ ions attached to an anion.

DR. LOU'S CHEMISTRY

Acids

- If the anion does *not* contain oxygen, the acid is named with the prefix *hydro*– and the suffix *–ic*.
- Examples:

HCl	Hydrochloric acid
HCN	Hydrocyanic acid
H_2S	Hydrosulfuric acid

DR. LOU'S CHEMISTRY

Acids

- If the anion *does* contain oxygen:
  - The suffix *–ic* is added to the root name if the anion name ends in *–ate*.
- Examples:

  HNO_3 Nitric acid

  H_2SO_4 Sulfuric acid

  $HC_2H_3O_2$ Acetic acid

DR. LOU'S CHEMISTRY

Acids

- If the anion *does* contain oxygen:
  - The suffix –*ous* is added to the root name if the anion name ends in –*ite*.
- Examples:

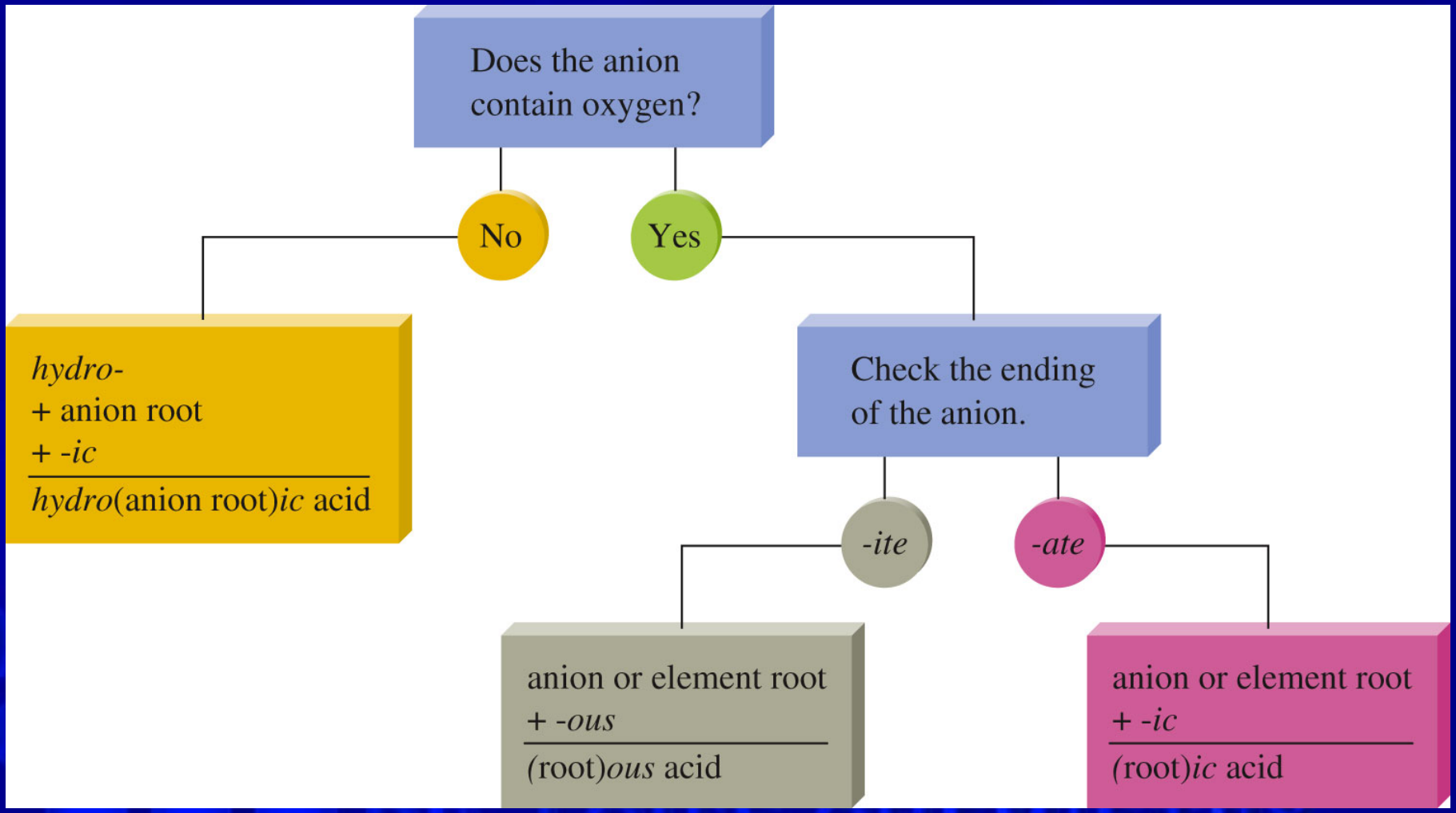
  HNO_2 Nitrous acid

  H_2SO_3 Sulfurous acid

  $HClO_2$ Chlorous acid

DR. LOU'S CHEMISTRY

Flowchart for Naming Acids



Exercise

Which of the following compounds is named incorrectly?

a) KNO_3 potassium nitrate

b) TiO_2 titanium(II) oxide

c) $Sn(OH)_4$ tin(IV) hydroxide

d) PBr_5 phosphorus pentabromide

e) $CaCrO_4$ calcium chromate

DR. LOU'S CHEMISTRY