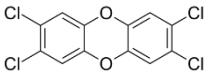
國立臺北大學自然資源與環境管理研究所
115 學年度第一學期『環境工程科學概論』

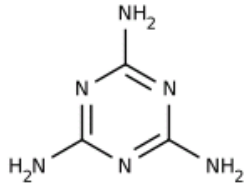
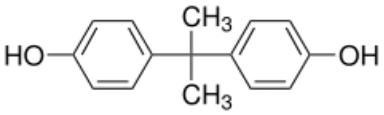
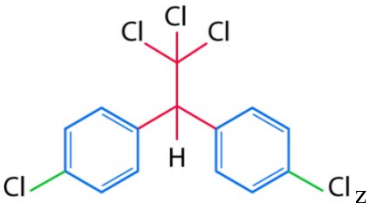
課程講義(03)：環境化學概要
Introduction to Environmental Chemistry

- REVIEW OF BASIC CHEMICAL CONCEPTS
  - □ "Chemistry is the study of matter" => Elements, Compounds, Chemicals
  - □ Atoms, Elements, and the Periodic Table => Isotopes
  - □ Mole, Molar Units (Molarity), and Activity Units
  - □ Chemical Reactions and Stoichiometry
    - ⇒Balancing Chemical Reactions => Stochiometry
    - ⇒Chemical Reactions: Precipitation-Dissolution Reactions, Acid-Base (or Neutralization) Reactions, Complexation Reactions, Oxidation-Reduction (Redox) Reactions
  - □ Chemical Equilibrium
    - ⇒Precipitation (K_{sp}), Partial Pressure and Molar Rate (Molarity), and pH
  - □ Chemical Kinetics => Reaction Orders
  - □ Important Elements
    - ⇒Carbon, Oxygen, Hydrogen, Nitrogen, Sulfur, and Phosphorus
    - ⇒Halogen: Fluorine, Chlorine, Bromine
    - ⇒Heavy Metals: Lead（Pb）鉛、Arsenic（As）砷、Cadmium（Cd）鎘、Mercury（Hg）汞、Chromium（Cr）鉻、Other Metals (Atomic Weight > 40)
    - ⇒RoHS Directive => Pb, Cd, Hg, Cr^{6+}, 2 Flame Retardants (Polybrominated biphenyls, PBB; Polybrominated diphenyl ether, PBDE)
    - ⇒Greenhouse Gases: CO_2, CH_4, N_2O, HFCs (Flouro-hydrocarbons), PFCs (Perfluorocarbons), SF_6, NF_3
    - ⇒Rare Earth Elements (REE) => Epitaxy (GIS); Silicon crystal => Wafer
  - □ "Organic"!!
    - ⇒Organic Farming and Organic Food => Organic Chemicals
    - ⇒Genetically Modified Organism (GMO)

- ORGANIC CHEMISTRY
  - □ Alkane, Alkene, and Alkynes =>甲烷 Methane、乙烯 Ethylene、丙炔 Propyne
  - □ Aryl (Aromatic) Compounds
    - ⇒BTX (Benzene-Toluene-Xylene) and PAH (Polycyclic aromatic hydrocarbon)
    - ⇒PCB: Polychlorinated biphenyl; PCDDs: Polychlorinated dibenzo-p-dioxins
    - ⇒DDT: di-chloro-diphenyl-tri-chloro-ethane 二氯二苯基三氯乙烷
    - ⇒TCDD: 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin 四氯聯苯戴奧辛



  - □ Phenol：壬基苯酚（Nonyl Phenol, NP）；雙酚 A（Bisphenol A, BPA）
  - □ Cyanurotriamine 三聚氰胺=>Melamine resin 三聚氰胺-甲醛樹脂（美耐皿）
  - □ Persistent Chemicals 持久性有機物=> Forever Chemical: PFAS (Per- and Polyfluoroalkyl Substances 全氟及多氟烷基物質)

 三聚氰胺（Melamine） Cyanurotriamine 化學式：$C_3H_6N_6$ 1,3,5-Triazine-2,4,6-triamine	 雙酚 A，Bisphenol A（BPA） 化學式：$(CH_3)_2C(C_6H_4OH)_2$ 4,4'-dihydroxy-2,2-diphenylpropane	 滴滴涕，雙對氯苯基三氯乙烷 化學式：$(ClC_6H_4)_2CH(CCl_3)$ Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane

- WATER CHEMISTRY
  - □ State of Solution Impurities
    ⇒Distillation, Precipitation, Adsorption, and Liquid Extraction => Suspensions
  - □ Concentration Units in Aqueous Solution s or Suspensions
    ⇒ppm vs. mg/L; Normality and Equivalent Weight
  - □ Transport and Fate of Water Pollutants
  - □ Emerging Water Pollutants

- SOIL CHEMISTRY
  - □ Exchange Capacity
    ⇒Ability to leach ions such as magnesium, calcium, nitrate, and phosphate
  - □ Sorption: Concentration of Soil Contaminants (Pollutants)
  - □ Soil Organic Carbon (SOC) => Carbon Pool 碳庫, Carbon Sink 碳匯

- ATMOSPHERIC CHEMISTRY
  - □ Compressible Fluids vs. Incompressible Fluids
  - □ Composition of the Atmosphere
    ⇒Ozone and Vapor => Green House Gases?
  - □ Ideal Gas Law and Idea Gas Constant => 22.4 L/mole, 24.5 L/mole
  - □ Dalton's Law of Partial Pressures and Henry Constant
  - □ Concentration of Pollutants in Air
    ⇒Gaseous vs. Particulate Pollutants => ppm(v) vs. mg/m^3
  - □ Photochemical Reactions
  - □ Radiative Forcing and Greenhouse Effect
    ⇒Representative Concentration Pathway
  - □ Leaded Gasoline: Corporate Greed Versus Chemistry

- HOMEWORK ASSIGNMENT #2 (Due 2026/10/06)：持久性有機污染物
  請參考化學物質管理署持久性有機污染物(POPs)資訊網站回答以下問題
  (1) 請問「持久性有機污染物 POPs」可分為那三大類？
  (2) 持久性有機物中有一類「永久性化學物質 Forever Chemicals」：全氟及多氟烷基物質（PFAS），請問目前法規主要管制那三細分類之 PFAS？相關管制標準考量之環境介質又為何？

台灣含鉛汽油政策演變與空氣中鉛濃度變化趨勢

(原稿由 Copilot 生成，再進行格式美化)

摘要：台灣自 1980 年代推動無鉛汽油政策，2000 年全面禁售含鉛汽油後，空氣中鉛濃度大幅下降。1989 年臺北市空氣中鉛濃度約為 0.4~0.6 μg/m³，2009～2025 年實測值由 0.043 降至 0.014 μg/m³。汽油無鉛化政策與空氣中鉛濃度下降呈現明顯因果關聯，顯示環境政策、產業配合與科技進步能有效降低重金屬污染，並改善公共健康與環境品質。

一、台灣含鉛汽油政策演變

鉛（Lead, Pb）為神經毒性重金屬。20 世紀中葉以前，四乙基鉛（tetraethyl lead）廣泛添加於汽油中作為抗爆劑，導致都市空氣中鉛污染嚴重。由於燃燒含鉛汽油會排放大量鉛微粒至大氣環境，而鉛具有神經毒性及累積性，國際間自 1970 年代起陸續推動無鉛汽油政策。台灣之無鉛汽油推動歷程如下：

1983：開始汽油無鉛化轉型　1986：92 無鉛汽油上市　1990：95 無鉛汽油上市
1999：無鉛汽油市占率突破 90%　2000：全面禁止製造、輸入及販售含鉛汽油
2000 後：全國汽油全面無鉛化

二、空氣中鉛濃度長期變化

歷史資料顯示 1989 年臺北市空氣中鉛濃度約為：0.4~0.6 μg/m³，隨著無鉛汽油供應比例逐年增加，空氣中鉛濃度呈現快速下降。1999 年無鉛汽油市占率已超過 90%，2000 年政府全面禁售含鉛汽油。研究及監測資料顯示：1989 年空氣中鉛濃度約 0.5 μg/m³，2000 年全面改用無鉛汽油後已降至 0.05 μg/m³以下。

三、台灣空氣中鉛濃度趨勢圖

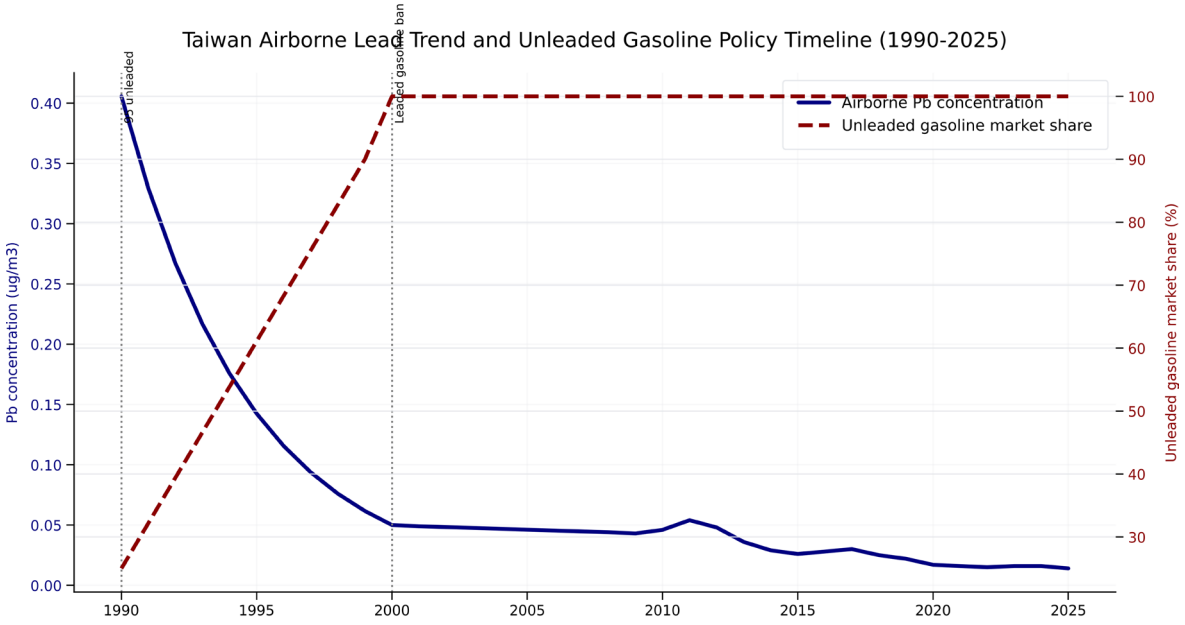


圖 1　台灣空氣中鉛濃度(Pb)與無鉛汽油市占率雙軸趨勢圖。
虛線標示 1990 年 95 無鉛汽油上市與 2000 年全面禁售含鉛汽油。

實測資料：2009~2025 年資料來自環境部空氣品質監測資料。1990~2008 年部分，依據 1989 年監測值（0.4~0.6 μg/m³）、2000 年低於 0.05 μg/m³、無鉛汽油市占率變化，以建立歷史重建曲線（reconstructed trend）。