

類 科：化學安全
科 目：環境化學（含分析化學）
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、汞為高毒性的液態金屬，其蒸氣壓在 20°C 時為 1.2×10^{-3} torr ($1 \text{ torr} = 1/760 \text{ atm}$)，吸入參考劑量 (Inhalation reference concentration) 為 $3 \times 10^{-3} \text{ mg m}^{-3}$ 。某工廠員工不小心在一空間為 $5 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ 的辦公室中打破含有汞的水銀溫度計，請回答下列問題：

- (一)假設成人每分鐘呼吸 $14 \sim 16$ 次，每次呼吸量 500 mL ，請問當液態汞達揮發平衡後，每人在密閉的辦公室，可容許的停留時間為何？(15分)
- (二)如果水銀溫度計中含有 10 克的液態汞，請問在密閉空間中，還有多少液態汞會殘留在辦公室中，又該如何處理殘留的液態汞，以降低對人體的危害？(10分)

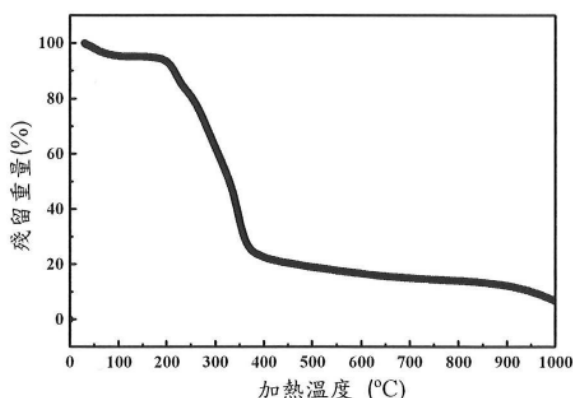
二、進行環境樣品或材料重金屬之檢驗分析時，一般多利用酸消化方式，在添加硝酸的加熱環境中，將重金屬由固體樣品中的基質中溶出。雖然大部分樣品在使用適當之消化條件下，可被完全消化分解，但當樣品含有氧化矽 (SiO_2)、二氧化鈦 (TiO_2) 或氧化鋁 (Al_2O_3) 等固體成分或複雜有機物時，部分重金屬元素可能會被包覆在難分解物中，而無法完全溶出。此基質干擾問題可藉由添加不同種類的酸萃取液加以克服，請問：

- (一)當固體樣品中含有二氧化鈦 (TiO_2) 固體顆粒時，需改用何種酸萃取液來降低基質干擾，原因為何？(10分)
- (二)當分析樣品中含有腐植質 (Humic substance) 時，如何克服基質干擾問題？(5分)
- (三)系列萃取 (Sequential extraction) 為另一種有效的萃取方法來瞭解重金屬在固體樣品的物種，此包括離子交換物種、表面吸附物種、沉澱物種、有機錯合型物種及晶相物種等。請問如何使用酸萃取液進行系列萃取，來分析固體樣品中各種不同類型的重金屬含量？(10分)

三、氫氟碳化物 (HFCs) 在對流層中會與氫氧自由基 ($\bullet\text{OH}$) 反應而分解，其反應速率常數受到溫度的影響，即 $k = 1.5 \times 10^{-12} e^{-1750/T} \text{ cm}^3 \text{ molecules}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 。請回答下列問題：

- (一)請說明反應速率常數受到大氣溫度影響的可能原因。(5分)
- (二)目前在對流層中HFC-125及氫氧自由基的濃度分別為 8.1×10^5 及 $6.3 \times 10^8 \text{ molecules cm}^{-3}$ ，請問其在 4°C 環境中的反應速率 (Reaction rate)。(10分)
- (三)如果HFC-125每年的排放量為 1.5×10^{11} 噸，在對流層中測得HFC-125的濃度為 37 ppm，在大氣環境中的平均停留時間為 9 年，考量空氣的質量為 5.1×10^{20} 克，平均分子量 29 g/mole，請計算每年有多少的HFC-125在大氣中被分解？(10分)

四、生物質 (Biomass) 可產生能源及生物炭 (Biochar)，對於淨零碳排具有負碳的效果。生物質通常由富含氧的有機聚合物所組成，包括木質素 (Lignin)、纖維素 (Cellulose) 及半纖維素 (Hemicellulose) 等三大類。下圖為生物質經過熱裂解處理後的質量變化圖：



- (一)請說明木質素、纖維素及半纖維素的熱穩定性，並依上圖殘留重量的變化，說明此三種有機聚合物在 30–200、200–400 及 400–900°C 三個溫度區塊中的貢獻。(15分)
- (二)在土壤復育中，生物炭常被用來作為保水及吸附營養源或污染物的改質劑，此部分主要藉由生物質在熱裂解中產生適合的孔洞，請問如何在生物炭製備過程中產生多量且適合的孔洞結構？(10分)

註： $\log 2 = 0.301$ ； $\log 3 = 0.477$ ； $\log 7 = 0.845$

原子量 (g/mole)：氫 (H)：1.01；碳 (C)：12.01；氮 (N)：14.01；
氧 (O)：16.00；氟 (F)：19.0；鋁 (Al)：26.98；
矽 (Si)：28.08；氯 (Cl)：35.45；鈦 (Ti)：47.87；
汞 (Hg)：200.59