請詳細回答下列問題：

- 一、(1)請說明水質分析項目中 COD 之意義及其檢測方法與原理；(2)若水樣中含有氯離子(Cl^-)，對 COD 之測定有何影響？如何排除此影響？(3)COD 與 BOD 有何異同？請說明之。(20%)

- 二、(1)一般將生態系(ecosystem)中之生物組成份(biotic components)分為生產者(producer)、消費者(consumer)與分解者(decomposer)等三類，試說明各類之意義、功能與彼此間之關係；(2)試以陸域生物為例說明初級消費者(primary consumer)與次級消費者(secondary consumer)之意義。(15%)

- 三、(1)我國政府於各縣市普設焚化廠(或稱資源回收廠)以處理垃圾，試列舉焚化處理之優缺點並闡述之；(2)部分縣市之焚化廠係採 BOT 方式興建，試說明 BOT 之意義；(3)試列舉至少兩項各縣市焚化廠營運所面臨之問題並說明之。(20%)

- 四、(1)某農田因受化工廠廢水之影響，其土壤中鎘(Cd)之含量甚高，根據「土壤及地下水污染整治法」，請問該土地在何種情況下會被界定為「污染控制場址」，在何種條件下會被宣告為「污染整治場址」，請說明之；(2)該土壤中之鎘最終可能之歸宿(fate)為何？請說明之。(20%)

- 五、近年來有環保科技報導指出：(1)地球南北極區之冰原有加速溶解之現象；(2)地球部份地區所受紫外線之威脅或危害有增加之趨勢；請說明此二現象與空氣污染之關係。(10%)

- 六、(1)試舉例解釋土壤分析常見計量單位 %、ppm 及 ppb 之意義；(2)某檢驗員稱取 1.00 g 之土壤樣品，經王水消化分解後，將該消化分解液定量至 100 mL，然後以原子吸收光譜儀測定該試液之鎘含量，結果發現其濃度超過檢量線之最高濃度，於是自該試液中取出 5 mL 置於 100 mL 定量瓶中，加水至標線，再測得稀釋液中之鎘濃度為 2 mg/L，試以此數據計算該土壤樣品中之鎘含量為多少 mg/kg？(計算題必須列出計算式)(15%)

參考標準答案：

- 一、(1)COD 乃化學需氧量 (Chemical Oxygen Demand) 之簡稱，其分析方法係於水樣中加入過量之重鉻酸鉀及強酸，並經加熱而使水中之有機質氧化為 CO_2 及 H_2O ，剩餘之重鉻酸鉀則以硫酸亞鐵銨滴定，由消耗之重鉻酸鉀量即可計算該水樣之 COD。
(2)水樣中之 Cl^- 可被重鉻酸鉀氧化為 Cl_2 ，因而造成分析之誤差，其排除方法可事先加入硫酸汞，使形成氯化汞而去除之。
(3)BOD 與 COD 皆可做為水中有機物含量之指標，惟前者為生物可分解之有機物，後者則為氧化劑可氧化之有機物。對於含有毒性或不易生物分解物質之水樣，則 BOD 之生物氧化將受限制，故 COD 之測值一般較 BOD 高，且檢測所需時間亦較短。

- 二、(1) 生產者，主要是指綠色植物，另外還有光合細菌等。它能吸收光能，藉由葉綠素行光合作用而將 CO_2 與 H_2O 轉化為有機物質。在生態系中由生產者所製造的有機物是系統中能量流動和物質循環的基礎。這一類亦稱為自營性(autotrophic)生物。其次，消費者是指直接或間接依賴生產者而生存之動物，它無法自行由無機物製造有機物質，故屬於異營性(heterotrophic)生物。至於分解者亦屬於異營性生物，其作用是分解複雜的動、植物殘體，並釋出生產者所能再利用的簡單化合物，其作用與生產者相反。分解者主要是指細菌、真菌等微生物，也包括原生動物、軟體動物等小型動物。
(2)一般而言，直接以生產者為食源者稱為初級消費者，如兔子等草食動物，而以初級消費者為食源者則稱之為次級消費者，如虎、狼等肉食動物。

- 三、(1)焚化處理係利用高溫及燃燒方式，將垃圾等廢棄物轉為安定之氣體或灰渣之處理方式。焚化能有效處理、破壞各種有害成分，且產生的熱能又可回收並用於發電等用途，而達到廢棄物處理減量化、資源化、無害化及安定化之四大原則，因此已成為廢棄物的重要處理方法。一般而言，焚化處理之主要優缺點包括：
(一)、優點：
 - 1.體積的減量：廢棄物經焚化後，所剩下之不可燃灰分之體積將大為減少。
 - 2.毒性的去除：可燃性之致癌性化合物、病理污染物質、毒性有機化合物等

經焚化後可去除或降低其毒性。

- 3.能源的回收：垃圾在焚化之分解過程中所釋出之能量可回收與利用。
- 4.物質的回收：焚化之灰燼所含之金屬成分或其他可再利用物質，可回收與利用。
- 5.高效率及可靠性：焚化能真正完全地將有機化合物燃燒成無害性之氣體，如 CO₂ 及 H₂O 等。
- 6.減少掩埋所須之大量土地及可能之土壤與地下水污染。

(二)、缺點：

- 1.價格較高：焚化處理費用通常比掩埋處理費用高。
- 2.焚化廠之操作複雜、維護費用較高，且需要較高之人力素質，亦即要求較高程度的督導、操作和維護人員。
- 3.環境影響物質之排放：焚化可能產生 SO_x、HCl、NO_x、戴奧辛、塵粒及飛灰等環境影響物質，故在排放前須經有效處理，才不致對環境造成二次污染。
- 4.處理對象之限制：不燃性、熱值低、含水量高、及金屬類廢棄物皆不適於焚化處理。

(2) BOT 乃建設-運作-轉移之簡稱，即由公民營機構出資建廠與營運，而於一定年限後，除許可經營權自然終止外，另需將設備及建物產權無償轉移給主辦機關。

(3) 各縣市焚化廠營運所面臨之問題包括垃圾量不足，戴奧辛之排放與污染等。

四、(1) 當該土地之污染來源明確，且土壤中之鎘含量超過環保署所訂定並公告之「土壤污染管制標準」時，該土地即為「污染控制場址」。而當該污染控制場址經初步評估，有嚴重危害國民健康及生活環境之虞，即可經中央主管機關審核公告為「污染整治場址」。

(2) 該土壤中之鎘最終可能之歸宿為：被植物攝取而累積於植體內並可能經食物鏈進入食用者體內；被地表逕流水攜帶至地表水體中；被土壤滲流水淋洗至下層土壤或地下水中；被土壤有機或無機物質所吸附；以沉澱或共沉澱物積存於土壤中；被土壤動物吸收進入其體內並隨排泄或殘體回歸土壤中。

五、(1) 地球南北極區之冰原加速溶解之現象乃地球溫度升高所致，而地球溫度

升高除受自然氣象因素之影響外，人類活動所大量排放至大氣中之 CO₂、CH₄ 等溫室氣體所造成之溫室效應則有加劇氣溫上升之效果。

(2)地球部份地區所受紫外線之威脅或危害有增加之趨勢，其主要致因在於人類活動所排放至大氣中之氟氯碳化物，與臭氧層中之臭氧反應而消耗之，導致臭氧層稀薄或耗盡，而減少或失去臭氧吸收陽光中紫外線之功能。

六、(1)土壤分析常見計量單位 %、ppm 及 ppb 之意義為：

%：百分比(percent)，如 100 g 土壤中含有 5 g 之鎘，即可以 5 % 表示之。

ppm：百萬分比(parts per million)，亦可以 mg/kg 或 μg/g 表示之。如 1 kg 土壤中含有 5 mg 之鎘，即可以 5 ppm 表示之。

ppb：十億分比(parts per billion)，亦可以 μg/kg 表示之。如 1 kg 土壤中含有 5 μg 之鎘，即可以 5 ppb 表示之。

(2)

$$2 \text{ mg/L} \times (100 \text{ mL}/5 \text{ mL}) \times 0.1 \text{ L} = 4 \text{ mg}$$

$$(4 \text{ mg}/1.00 \text{ g}) \times (1000\text{g}/1 \text{ kg}) = 4000 \text{ mg/kg}$$