

等 別：高等考試
類 科：環境工程技師
科 目：環境化學與環境微生物學
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)本試題若有物理參數或條件不足時，請自行合理假設。

(四)對數及指數表如附表。

一、某地下水層受到意外廢液洩漏的污染，其中最主要的污染物為 2,4,5-三氯酚 (2,4,5-trichlorophenol)。污染團 (plume) 沿著狹長的飽和含水層水平移動，其濃度之最高峰已經到達距離洩漏點 12 公尺處。同時廢液中亦含有高濃度之氯鹽 (Cl^-)，其濃度最高峰已在距離洩漏點 315 公尺處。若假設氯鹽是不會被土壤吸附的離子，則顯然 2,4,5-三氯酚因被土壤吸附，而使傳輸速度受到遲滯。經檢測飽和含水層之孔隙體積比 (θ) 為 $0.3 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$ ，土壤顆粒之真比重 (ρ) 為 $2.6 \text{ (g/cm}^3)$ 。2,4,5-三氯酚之正辛醇-水分配比 (octanol-water partition coefficient, K_{ow}) 為 $7.9 \times 10^3 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$ ，其在土壤有機碳與水之間的分配係數 (soil organic carbon-water partition coefficient, K_{oc}) (cm^3/g) 可由下列之經驗式估計：

$$\log K_{oc} = 0.89 \log K_{ow} - 0.15$$

而分配係數 (distribution coefficient, K_d) 為 $K_{oc}(\text{cm}^3/\text{g})$ 與土壤中有機碳含量 $f_{oc}(\text{g/g})$ 之乘積。

(一)請問 2,4,5-三氯酚之遲滯係數 [地下水流速與因吸附而減慢之傳輸速度的比值 (可表示為 $(1 + (1-\theta) \cdot \rho \cdot K_d/\theta)$)] 應為多少？(4 分)

(二)有機碳-水分配係數 (K_{oc}) 為多少？(4 分)

(三)分配係數 (K_d) 為多少？(4 分)

(四)土壤中的有機碳含量 (f_{oc}) 為多少？(4 分)

二、在不同溫度下將過硫酸鉀 ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 加入受污染且其苯濃度為 $100 \text{ } \mu\text{g/L}$ 的水中反應，使過硫酸鉀之濃度維持於 100 mg/L ，不同時間下測得溫度於 10°C 、 40°C 及 70°C 下殘留苯的濃度如下表所示。請問：

(一)此氧化反應是放熱反應，但是提高溫度時，反應速度加快，其原因為何？(4 分)

(二)如果水之溫度是 25°C ，加入 100 mg/L 之過硫酸鉀 3 小時後，殘餘之苯濃度為多少？(16 分)

水中加入 100 mg/L 之過硫酸鉀反應殘留之苯濃度表			
Time (min)	溫度 ($^\circ\text{C}$)		
	10	40	70
	水中苯的殘留濃度 ($\mu\text{g/L}$)		
0	100	100	100
30	57.8	52.5	47.8
60	33.4	27.5	22.9
90	19.3	14.4	10.9
120	11.2	7.6	5.2
150	6.5	4.0	2.5
180	3.7	2.1	1.2

(請接第二頁)

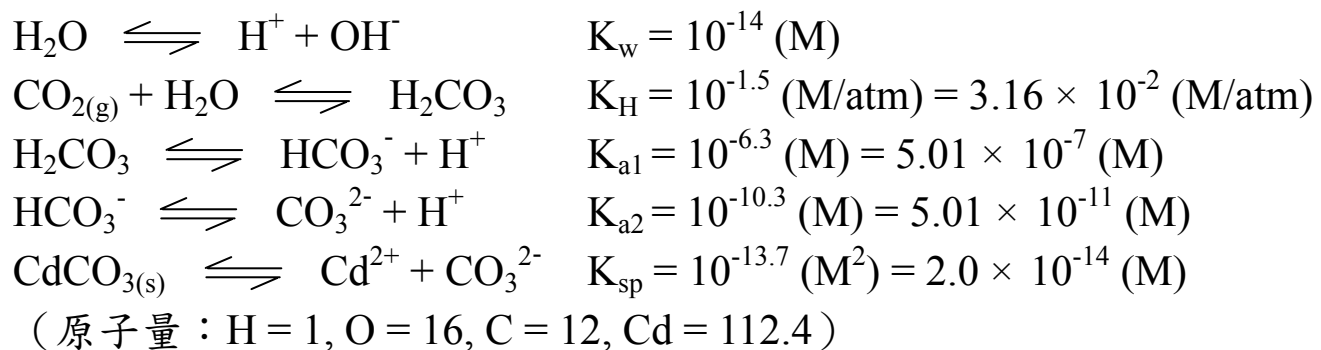
等 別：高等考試
類 科：環境工程技師
科 目：環境化學與環境微生物學

三、生物脫硝的水處理程序是利用微生物以硝酸鹽（ NO_3^- ）為電子接受者，將有機物（以 CH_2O 代表其化學式）氧化成為 CO_2 ，而硝酸鹽則被還原成為氮氣（ N_2 ）離開生物反應槽。倘若現在生物槽之pH為8，脫硝產生之無機碳為 HCO_3^- 的形態，請你：

- (一)寫出脫硝的化學反應式，並平衡之。（4分）
- (二)根據反應式，說明在pH8進行脫硝會使pH上升還是下降，說明其理由。（4分）
- (三)如果原來有1 M的硝酸鹽在水中，經完全反應之後，鹼度增減多少？（4分）

四、某土壤因受到工業廢水之污染，含有500 mg/kg的鎘，均以碳酸鎘的形態存在。今以水：土為1 M³：100 kg之比例，加酸使懸浮液保持於pH6，並且充分攪拌平衡（與空氣中濃度為 $10^{-3.5}$ atm之 CO_2 平衡）。經固液分離後，理論上土壤中鎘的去除率為多少？（酸性下可忽略土壤之離子交換能力及吸附能力）（12分）

相關之反應及平衡常數如下：



五、原生動物在污水生物處理系統（例如活性污泥槽）中有何功能？如何營造原生動物生長的環境？（10分）

六、試以簡圖繪出天然水體生物系統中磷的循環，以箭頭表示磷物種間轉換的關係，並列出參與轉換程序的生物種類。（10分）

七、微生物共代謝作用（cometabolism）的定義為何？此作用在去除土壤及地下水中污染物上有何意義？如何以工程手段，促進共代謝去除土壤及地下水中有機物之作用？（10分）

八、試舉出一種除二氧化碳以外，而由微生物作用產生之溫室效應氣體，列出其反應方程式、微生物種類、適合之生物反應環境。（10分）

101年專門職業及技術人員高等考試建築師、技師、第2次
食品技師考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

代號：00610 全三頁
第三頁

等 別：高等考試
類 科：環境工程技師
科 目：環境化學與環境微生物學

附表：
對數及指數表

$\ln 1 = 0.000$	$\log 1 = 0.000$	$e^{0.1} = 1.105$	$10^{0.1} = 1.259$
$\ln 2 = 0.693$	$\log 2 = 0.301$	$e^{0.2} = 1.221$	$10^{0.2} = 1.585$
$\ln 3 = 1.099$	$\log 3 = 0.477$	$e^{0.3} = 1.350$	$10^{0.3} = 2.000$
$\ln 4 = 1.386$	$\log 4 = 0.602$	$e^{0.4} = 1.492$	$10^{0.4} = 2.512$
$\ln 5 = 1.609$	$\log 5 = 0.699$	$e^{0.5} = 1.649$	$10^{0.5} = 3.162$
$\ln 6 = 1.792$	$\log 6 = 0.778$	$e^{0.6} = 1.822$	$10^{0.6} = 3.981$
$\ln 7 = 1.946$	$\log 7 = 0.845$	$e^{0.7} = 2.014$	$10^{0.7} = 5.012$
$\ln 8 = 2.079$	$\log 8 = 0.903$	$e^{0.8} = 2.226$	$10^{0.8} = 6.310$
$\ln 9 = 2.197$	$\log 9 = 0.954$	$e^{0.9} = 2.460$	$10^{0.9} = 7.943$
$\ln 10 = 2.303$	$\log 10 = 1.000$	$e^{1.0} = 2.718$	$10^{1.0} = 10.000$