

類 科：環境工程、環境檢驗、環保技術

科 目：環境化學與環境微生物學

考試時間：2 小時

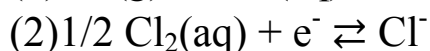
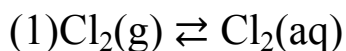
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

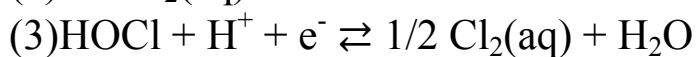
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

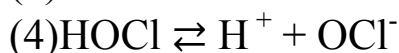
一、氯氣(Cl_2)用於自來水消毒，當 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 溶於水中會有 $\text{Cl}_2(\text{aq})$ 、 HOCl 、 OCl^- 、 Cl^- 等溶解態氯氣及次氯酸生成，若溶於水中 $\text{Cl}_2(\text{aq})$ 濃度為 10^{-4} M ，氯在水中系列反應式如下：(每小題 10 分，共 20 分)



$E^0 = +1.39 \text{ V}$ $\text{pE}^0 = +23.5$



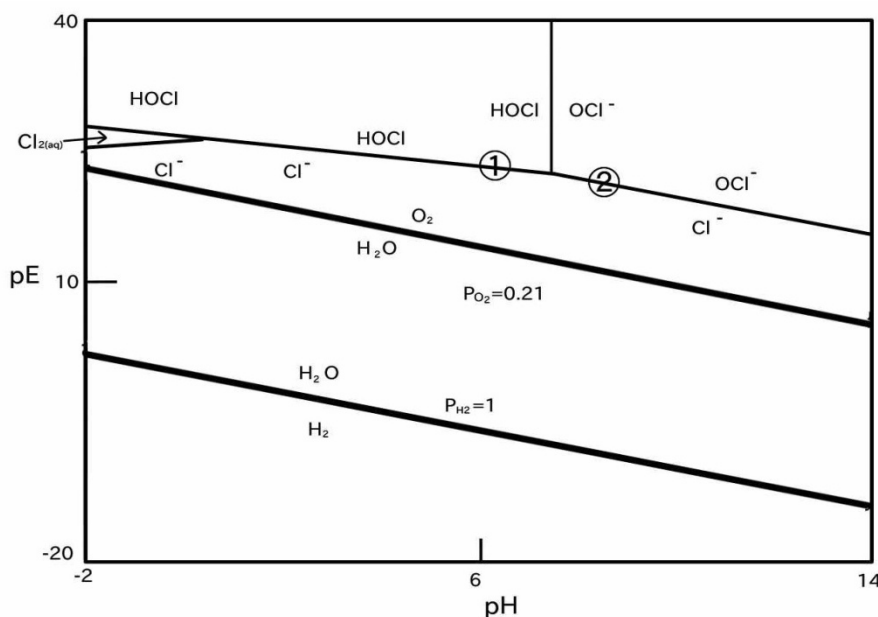
$E^0 = +1.60 \text{ V}$ $\text{pE}^0 = +27.0$



$K_a = 10^{-7.5}$ $\text{pK}_a = 7.5$

法拉第常數 F ：23061 cal/Volt、 $R=1.987 \text{ cal/k mole}$ 、 $T=298 \text{ K}$ 、

$\Delta G^0 = -RT \ln (K_a)$ 、 $\Delta G^0 = -nFE^0$ ，氯在水中的 pE-pH 圖如下：



(一)請依據上述反應式寫出 HOCl 在酸性條件還原成 Cl^- 的半反應式，計算該半反應 pE^0 ，並導出 HOCl/Cl^- 邊界線① (boundary line) 的 pE-pH 方程式。

(二)請計算 $\text{H}^+ + \text{OCl}^- \rightleftharpoons \text{HOCl}$ 反應的自由能 (ΔG^0)，與上題導出半反應式合併，及自由能 ($\Delta G^0 = -nFE^0$) 觀念，計算： $\text{OCl}^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 反應的 pE^0 ，並導出 OCl^-/Cl^- 邊界線② (boundary line) 的 pE-pH 方程式。

二、地球大氣含 O_2 、 N_2 及其他氣體，二氧化碳 (CO_2) 為主要溫室氣體，目前大氣的 CO_2 濃度約為 410 ppm，又 CO_2 會吸收 15 μm 及 4.26 μm 紅外光，請回答下列問題：(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 假設大氣無其他氣體干擾， CO_2 溶於雨水生成 CO_2 飽和水 (Saturated water) H_2CO_3 ，計算該 CO_2 飽和雨水的 pH。亨利常數 $K_H = 3.4 \times 10^{-2} \text{ M atm}^{-1}$ ($25^\circ C$)， H_2CO_3 的 $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$ 。

(二) 解釋大氣的 O_2 及 N_2 為何為非溫室氣體。分別計算 CO_2 吸收 15 μm 及 4.26 μm 紅外光能量，以 k joules/mole 表示。 CO_2 分解成 CO 及 O 反應： $CO_2 \rightarrow CO + O$ ，在室溫下 CO_2 、CO 及 O 的生成熱焓值 (ΔH) 分別為：-393.5、-110.5 及 +249.2 k joules/mole，請計算 15 μm 及 4.26 μm 紅外光照射 CO_2 時， CO_2 分解成 CO 及 O 的分解百分比。普郎克常數： $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Joule sec}$ ，光速： $c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sec}$ ， $E = hv$ ，Avogadro's number： $6.02 \times 10^{23} \text{ molecules/mole}$ 。

三、環境中的脂溶性毒化物會經由食物鏈進入人體，此類化學毒物會經由生物濃縮累積在脂肪中不易排出生物體之外，請回答下列毒化物的問題。

(一) 請解釋何謂毒化物的半數致死劑量 (LD_{50}) 及生物濃縮因子 (BCF)。(6 分)

(二) 湖泊中有彩虹鱒魚 (Rainbow trout)，鱒魚的脂肪占體重 5.0%，若分析鱒魚體脂肪中含有 22ppb 的巴拉松殺蟲劑，請計算該湖泊中巴拉松殺蟲劑的濃度。若巴拉松殺蟲劑 BCF 與 K_{OW} 值可視為具有相同的意義。已知巴拉松殺蟲劑的正辛醇-水 (Octanol-Water) 分配係數： $\log K_{OW} = 3.8$ 。(4 分)

四、說明生物氣溶膠成分，試分析影響大氣微生物存活的因素。(15 分)

五、試述微生物與氮循環的關係。(15 分)

六、請說明下列兩種微生物之特性及在環境上之意義。(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 非洲豬瘟病毒 (ASFV)

(二) 藻礁