

2006 年环境化学标准答案

一、名词解释（每题 5 分，共 30 分）

(1) 环境化学：研究有害化学物质在环境介质中的存在、化学特性、行为和效应及其控制的化学原理和方法的科学。

(2) 酸沉降：指大气中的酸性物质通过雨、雪、雾等介质迁移到地表，或通过气团直接迁移到地表的过程。前者称为湿沉降，后者称为干沉降。

(3) 生化耗氧量(BOD)：水中有有机物在微生物作用下发生降解为 CO_2 和水，所需耗用氧气量称生化耗氧量。

(4) 飘尘：在总悬浮颗粒物中粒径小于 $10\mu m$ ，并可长期在大气中漂浮的颗粒物称为飘尘。

(5) 水的总含盐量(TDS)：指天然水中主要离子的总量。

$$TDS = [Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+] + [HCO_3^- + SO_4^{2-} + Cl^-]$$

(6) 甲基橙碱度：用强酸标准溶液滴定，测定水样碱度时如果采用甲基橙为终点指示剂 ($pH=4.3$)，测出的水样碱度称为甲基橙碱度。

二、简答题（每题 8 分，共 56 分）

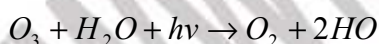
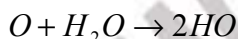
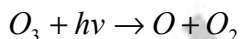
1. 地球环境系统是如何构成的？

答：包括自然环境和生态环境；其中自然环境包括大气、水和土壤各圈层；生态环境包括生物圈。

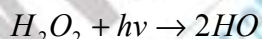
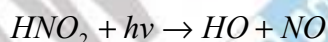
2. 什么是自由基？简述大气中 HO 自由基的主要来源。

答：外电子层有未成对电子的分子、原子或基团。一般具有很强的夺取外电子的能力，因此具有强氧化性。

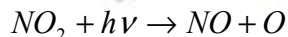
A、对于清洁大气而言， O_3 的光解是大气中 HO 自由基的重要来源，见下式：



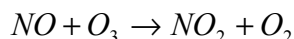
B、对于污染大气，如有 HNO_2 和 H_2O_2 存在，它们的光解也可产生 HO，见下式：



3. 用方程式表示光化学烟雾形成机制中的引发反应。



答： $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$



4. 写出 $NaHCO_3$ 、 Na_2CO_3 对应的质子平衡方程式？

得质子： H_2CO_3 H_3O^+

中间体： HCO_3^- 、 H_2O

失质子： CO_3^{2-} OH^-

$$[CO_3^{2-}] + [OH^-] = [H_2CO_3] + [H^+]$$

得质子: H_2CO_3 、 HCO_3^- H_3O^+
 中间体: CO_3^{2-} H_2O
 失质子: OH^-

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}^+]$$

5. 简述大气颗粒物的三模态模型, 并简单分析三模态模型中粗粒子和细粒子之间能否相互转化。

答: Whitby 等人依据大气颗粒物按表面积与粒径分布的关系得到了三种不同类型的粒度模, 并用它来解释大气颗粒物的来源。爱根核膜 ($D_p < 0.05 \mu\text{m}$)、积聚膜 ($0.05 \mu\text{m} < D_p < 2 \mu\text{m}$) 和粗粒子膜 ($D_p > 2 \mu\text{m}$)

由于粗粒子膜和细粒子膜来源和组成不同, 它们之间很难转化。

6. 什么是硫酸烟雾? 硫酸烟雾产生的主要原因是什么?

答: 由于燃煤排放的 SO_2 、颗粒物及由 SO_2 氧化所形成的硫酸盐颗粒物所造成的大气污染现象, 颜色通常为黄色, 具有强还原性。它一般出现在冬季, 温度较低和湿度较大, 并且日光较弱的气象条件下, 并且 O_3 浓度较低, 出现时间连续。

7. 汽车尾气的主要有害成分是什么, 如何治理?

答: 主要有害成分为氮氧化物 (NO_x)、 CO 、和燃料未完全燃烧的 CH 化合物。目前治理方法主要包括: (1) 机前治理, 从燃料入手, 使用更加洁净的燃料, 或使用汽油的替代品, 如氢气, 甲醇或乙醇、天然气等, 也有用电能代替的; (2) 机内治理, 从改变燃烧途径和燃烧气氛入手, 尽量减少有害气体的产生; (3) 使用汽车尾气催化净化装置。目前由于排放标准的日益严格, 第三种方法逐步成为首选和必须。

三. 计算题 (共 32 分)

1. Freon (CCl_2F_2) 的正常沸点为 243.4K, 摩尔蒸发热 $\Delta H_v = 19970 \text{ J/mol}$, 求其在大气臭氧层 (假定温度为 233K) 内蒸汽压 (本题 8 分)

解: 正常沸点对应的大气压为 1 个大气压

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{-\Delta H_v}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{p_2}{1} = \frac{-19970}{8.314} \left(\frac{1}{233} - \frac{1}{243.4} \right)$$

$$\lg p_2 = -1.11$$

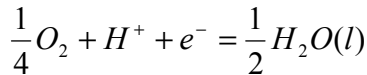
2. 含 Cd 废水通入 H_2S 达到饱和并调整溶液的 pH 值为 8.0, 计算水中残余的镉离子浓度。(已知: H_2S 的两级解离常数分别为 8.9×10^{-8} 和 1.3×10^{-15} ; CdS 的溶度积常数为 7.9×10^{-27})

解: $\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$

$$K_a^\theta = \frac{[\text{H}^+]^2 [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = \frac{10^{-16} [\text{S}^{2-}]}{0.1} = 1.16 \times 10^{-23}$$

$$[\text{S}^{2-}] = 1.16 \times 10^{-8} \quad [\text{Cd}^{2+}] = 6.8 \times 10^{-20}$$

3. 在一个 pH 为 6.0 的 O_2 — H_2O 体系中 (25°C), 其反应为:



已知其标准自由能 G_f° 值 (kJ/mol) $H_2O(l)$: -237.2 ,

水溶液中氧气、质子和电子的 G_f° 值为零。

(1) 请给出该体系的 pE° ;

(2) 如果水中溶解氧的浓度为 $0.32mg/dm^3$, 计算该体系的 pE 和 E_h

已知: 氧气的亨利常数为 $1.26 \times 10^{-8} mol/dm^3 \cdot Pa$ (本题 16 分)

解: (1) $G_T^\circ = \sum_1^n \gamma_i G_f^\circ = \frac{1}{2} \times (-237.2) = -118.6 kJ/mol$

$$G_T^\circ = -nFE^\circ = -0.059nF \cdot pE^\circ$$

$$pE^\circ = 20.75$$

(2)

$$pE = pE^\circ + \frac{1}{n} \lg \frac{[\text{反应物}]}{[\text{生成物}]}$$

$$= 20.75 + \lg \frac{\{P_{O_2}/P_\theta\}^{\frac{1}{4}} [H^+]}{}$$

$$P(O_2) = c(O_2)/K_h = 794 Pa$$

$$pE = 13.2$$

$$E_h = 0.78 V$$

四. 论述题 (每题 16 分, 共 32 分)

1. 谈一谈你对温室效应及温室气体的认识。

答: 大气中温室气体如玻璃一样。它允许来自太阳的可见光射到地面, 也能阻止地面重新辐射出来的长波红外光返回外空间, 把能量截留于大气中。从而使大气温度升高, 这种现象称温室效应。常见的温室气体包括: CO_2 、 O_3 、CFCs、 H_2O 、 N_2O 、 CH_4 等。 (8 分)

温室效应产生的危害; (4 分)

温室效应如何治理。 (4 分)

2. 说明南极臭氧层发生损耗的原因、机理和危害。

(1) 损耗原因: 1. 光损耗; 2. 催化损耗 (4 分)

(2) 机理 (8 分)

(3) 危害 (4 分)