

试题 1

环境化学试题

一 名词解释：（每词 3 分,共 24 分）

- 1 大气稳定度 2 大气逆辐射 3 化学形态 4 标化分配系数
5 核衰变 6 生物转运 7 天然水的碱度 8 Kow

二 回答下列问题：（每题 6 分，共 36 分）

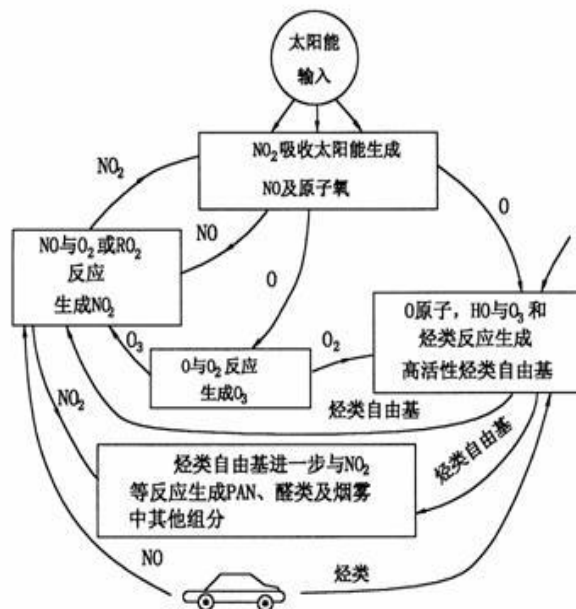
- 1 大气中有哪些主要自由基？
- 2 请简述对流层中光化学氧化剂- O₃ 的主要来源？
- 3 试分析具有温室效应作用的“臭氧”与平流层的 “臭氧”差别？
- 4 试分析水体中的污染物的种类。
- 5 分析有害废物的特征及鉴别标准？
- 6 水中有机污染程度的指标是什么？并分别加以说明。

三 计算题：（每题 10 分，共 10 分）

某有机物分子量为 192，溶解在含有悬浮物的水体中,若悬浮物中 85%为细颗粒物，有机碳含量为 5%，其余粗颗粒物有机碳含量为 1%，已知该有机物在水中溶解度为 0.05mg/L,那么，计算其分配系数 K_p？

四 分析论述题：（每题 10 分，共 30 分）

- 1 依据下图分析光化学烟雾形成的机理？



- 2 以铅为例分析重金属在水环境中迁移转化途径。
- 3 试论述汞在土壤中的迁移转化途径？

环境化学试题 1 答案

一 名词解释：（每词 3 分，共 24 分）

1 **大气稳定度**：指大气的稳定程度，或者说大气中某一高度上的气块在垂直方向上相对稳定程度。

2 **大气逆辐射**：CO₂ 和 H₂O 吸收地面辐射的能量后，又以长波辐射的形式将能量放出。这种辐射是向四面八方的，而在垂直方向上则有向上和向下两部分，向下的部分因与地面辐射方向相反，称为“大气逆辐射”。

3 **化学形态(chemical species)**，指某一元素在环境中以某种离子或分子存在的实际形式。如 Hg 可以 Hg²⁺、Hg(OH)₂、HgCl₂⁻、HgCl₄²⁻、CH₂Hg⁺等形态存在。

4 **标化分配系数**：即以有机碳为基础表示的分配系数。

5 **核衰变**：放射性核素自发地改变结构形成另一种核素的过程。

6 **生物转运**：污染物被机体吸收后进入血液，通过血液循环分布到全身各组织器官，在组织细胞内发生化学结构和性质的变化，形成代谢物，吸收、分布和排泄具有类似的机理，均是反复通过生物膜的过程使外来化合物在体内发生移位，统称生物转运。

7 **天然水的碱度**：指水中能与强酸发生中和作用的全部物质，亦即能接受质子 H⁺ 的物质总量。

8 **K_{ow}**：辛醇-水分配系数，既化学物质在辛醇中浓度和在水中浓度的比例。

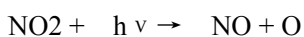
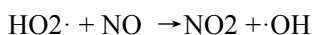
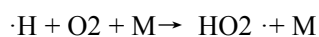
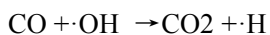
二 回答下列问题：（每题 6 分，共 36 分）

1 大气中有哪些主要自由基？

氢氧自由基、HO₂、烷基、烃类含氧基、过氧基等。

2 请简述对流层中光化学氧化剂-O₃ 的主要来源？

对流层中 O₃ 的天然源最主要的有两个：一是由平流层输入，二是光化学反应产生 O₃。自然界的光化学过程是 O₃ 的重要来源，由 CO 产生 O₃ 的光化学机制为：



O₃ 的人为源包括交通运输、石油化学工业及燃煤电厂。

3 试分析具有温室效应作用的“臭氧”与平流层的“臭氧”差别？

- 地球上 90% 的臭氧分布在距地面 25km 的平流层，另外约 10% 存在于对流层。
- 对流层臭氧是一种温室气体，它的浓度随纬度、经度、高度和季节变化而变化。对流层臭氧浓度北半球比南半球高。
- 平流层中的臭氧吸收了太阳发射到地球的大量对人类、动物和植物有害的紫外线，为地球提供了一个防止紫外线辐射的屏障。
- 通过观测发现，平流层中的臭氧含量减少，而对流层中的臭氧含量增加。由于有 90% 的臭氧在平流层，所以总量在下降。
- 对流层臭氧形成人为来源：NO₂ 的光解反应是它在大气中最重要的化学反应，是大气中 O₃ 生成的引发反应，也是 O₃ 唯一的人为来源。（见第七节）
- 南极上空平流层臭氧（臭氧层）浓度减少，形成了臭氧空洞。

4 试分析水体中的污染物的种类。

美国科学家把水体污染物分为八类：

耗氧污染物；致病污染物；合成有机物；植物营养物；无机及矿物质；由土壤、岩石冲刷下来得沉积物；放射性物质；热污染

5 分析有害废物的特征及鉴别标准？

有害废物的特性通常包括易燃性、反应性、腐蚀性、浸出毒性、急性毒性、放射性和疾病传染性。根据这些性质，世界各国均制定了自己的鉴别标准和危险废物名录。

6 水中有机污染程度的指标是什么？并分别加以说明。

答：水体中有机污染物的种类繁多、组成复杂，现代分析技术难以分别测定它们的含量。因此，只能利用它们共同的特点，用一些指标间接反映水体中有机物的污染程度。

常见的指标有：溶解氧、生化需氧量、化学需氧量、总有机碳和总需氧量。

三 计算题：（每题 10 分，共 10 分）

某有机物分子量为 192，溶解在含有悬浮物的水体中，若悬浮物中 85% 为细颗粒物，有机碳含量为 5%，其余粗颗粒物有机碳含量为 1%，已知该有机物在水中溶解度为 0.05mg/L，那么，计算其分配系数 K_p ？

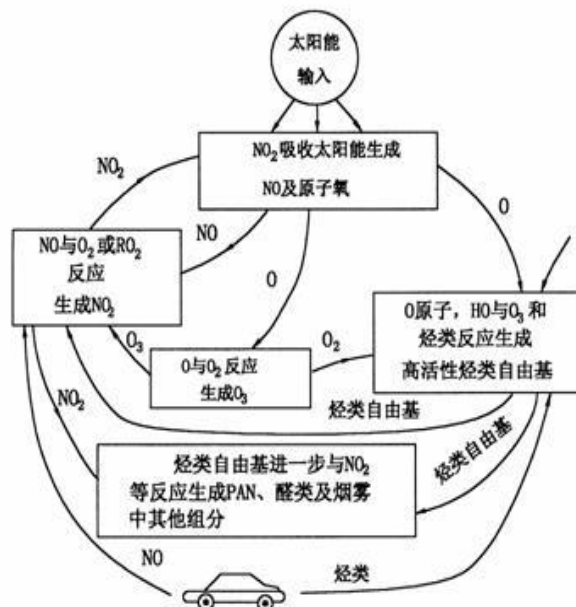
解：lg $K_{ow} = 5.00 - 0.670 \lg(Sw \times 10^3 / M)$

$K_{oc} = 0.63 K_{ow}$

$K_p = K_{oc} [0.2 (1-f) X_{ocS} + f X_{ocf}] = 6.63 \times 10^3$

四 分析论述题：（每题 10 分，共 30 分）

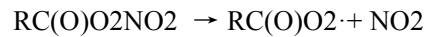
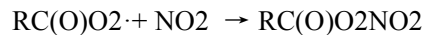
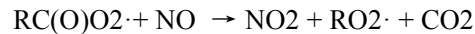
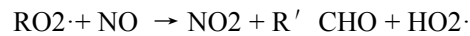
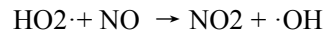
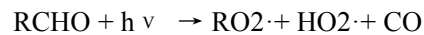
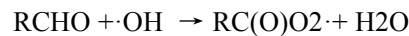
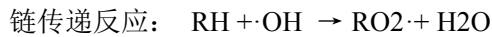
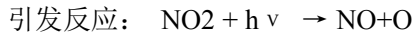
1 依据下图分析光化学烟雾形成的机理？



答：(1) 清晨大量的碳氢化合物和 NO 由汽车尾气及其他源排入大气。由于晚间 NO 氧化的结果，已有少量 NO₂ 存在。当日出时，NO₂ 光解离提供原子氧，然后 NO₂ 光解反应及一系列次级反应发生，·OH 基开始氧化碳氢化合物，并生成一批自由基，

它们有效地将 NO 转化为 NO₂，使 NO₂ 浓度上升，碳氢化合物及 NO 浓度下降；当 NO₂ 达到一定值时，O₃ 开始积累，而自由基与 NO₂ 的反应又使 NO₂ 的增长受到限制；当 NO 向 NO₂ 转化速率等于自由基与 NO₂ 的反应速率时，NO₂ 浓度达到极大，此时 O₃ 仍在积累之中；当 NO₂ 下降到一定程度时，就影响 O₃ 的生成量；当 O₃ 的积累与消耗达成平衡时，O₃ 达到极大，

(2) 12 个化学反应概括了光化学烟雾形成的整个过程：



2 以铅为例分析重金属在水环境中迁移转化途径。

答：(1)含铅的稀释、扩散；

(2) 水体中胶体物质对重金属的吸附作用：

无机胶体：

次生黏土矿物；铁、铝、硅、锰等水合氧化物；

有机胶体：蛋白质、腐殖质。

(3) 氧化—还原转化：各价态之间的相互转化；

(4) 溶解和沉淀反应：

(5) 配合反应：无机配体： OH^- 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 F^- 、 S^{2-} 、

有机配体：氨基酸、糖、腐殖酸

生活废水中的洗涤剂、清洁剂、NTA、EDTA、农药等

(6) 生物甲基化作用。

(7) 生物富集作用

3 试论述汞在土壤中的迁移转化途径？

● 要点：汞的氧化还原特征、微生物对汞的甲基化、土壤及成分对汞的固定和释放等方面进行阐述

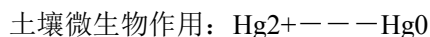
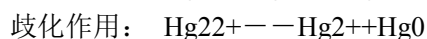
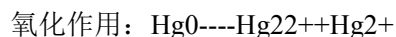
● 一 汞的氧化还原特征

土壤中汞形态分为：金属汞 无机结合汞 有机结合汞

无机汞： HgS HgO HgCO_3 HgSO_4 HgCl_2 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

有机汞：甲基汞 土壤腐殖酸结合态汞 有机汞农药 醋酸苯汞

土壤环境的 Eh、PH 决定着汞的存在形态，三价态相互之间的转化反应为：



高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

试题 2

环境化学试题

一 名词解释（每词 4 分，共 32 分）

- 1 PTS 2 环境效应 3 标化分配系数 (K_{oc}) 4 放射性活度
5 有害废物 6 土壤盐基饱和度 7 阈剂量（浓度） 8 Bioaccumulation

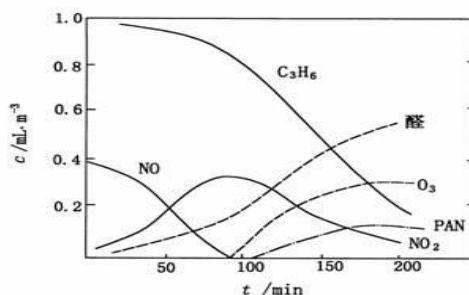
二 简答题（每题 6 分，共 36 分）

- 1 什么是环境问题？请简述当今人类面临的环境问题。
2 Describe the major soil components and their significances in environmental chemistry

- 3 什么是毒物的联合作用及其主要分为哪几类？
4 大气中有哪些重要的吸光物质，其吸光特征是什么？
5 叙述大气中含氮化合物、含卤素化合物的源和汇。
6 为什么水体 pH 较低时，鱼体内积累的甲基汞含量较高？

三 应用环境化学原理分析下列问题（10 分+11 分+11 分，共 32 分）

1 下图是 C_3H_6 、NO、空气 (O_2 、 N_2) 混合物经紫外线照射后的时间成分关系图。从图中可知，随 NO 和 C_3H_6 等初始反应物的氧化消耗， NO_2 和醛量增加；当 NO 耗尽时， NO_2 出现最大值。此后，随着 NO_2 的消耗（浓度下降）， O_3 和其他氧化剂如过氧乙酰硝酸酯 (PAN) 产生了。试利用大气环境化学原理分析可能发生的环境现象，并阐述其机制。



2 假设你的朋友在深圳某燃煤火力发电厂附近投资了一个果园种植项目，但是产量一直不好，初步检测发现土壤呈明显酸性，收获的产品重金属含量过高，请你用所学的环境化学相关知识为你的朋友解释出现这些现象的可能原因。

3 2005 年 11 月 13 日位于吉林省吉林市中石油吉化公司双苯厂爆炸后造成松花江水体污染。为了确保哈尔滨市生产、生活用水安全，哈尔滨市政府决定于 2005 年 11 月 23 日零时起，关闭松花江哈尔滨段取水口，停止向市区供水，（该取水口位于爆炸现场下游）。11 月 24 日国家环保总局宣布该水体污染物主要为苯、苯胺和硝基苯，并确定为重大环境污染事件。试应用环境化学原理分析该现象。

环境化学试题 2 答案

一 名词解释（每词 3 分，共 24 分）

1 PTS: (Persistent Toxic Substances, PTS): 是指一类具有很强的毒性，在环境中难降解，可远距离传输，并随食物链在动物和人体中累积、放大，具有内分泌干扰特性的污染物，包括 POPs 和某些重金属污染物。

2 环境效应：自然过程或人类的生产和生活活动会对环境造成污染和破坏，从而导致环境系统的结构和功能发生变化，称之为环境效应。

3 标化分配系数 (K_{oc}): 为了在类型各异组分复杂的沉积物或土壤中找到表征吸着的常数，引入标化分配系数。 $K_{oc} = \frac{K_p}{X_{oc}}$ ，其中 K_p 为分配系数， X_{oc} 为沉积物中有机碳的质量分数。

4 放射性活度：核衰变速率 ($-dN/dt$) 是表示核素放射性强弱的基本物理量，通常称为放射性活度，符合为 A 。 $A = A_0 e^{-\lambda t}$

5 有害废物：是固体废物中危害较大的一类废物。是能对人体健康和环境造成现实危害或潜在危害的废物。

6 土壤盐基饱和度：土壤盐基饱和度：在土壤交换性阳离子中盐基离子所占的百分数称为土壤盐基饱和度。

7 阈剂量 (浓度)：是指长期暴露在毒物下，会引起机体受损害的最低剂量 (浓度)。

8 Bioaccumulation：是生物从周围环境 (水、土壤、大气) 和食物链蓄积某种元素或难降解物质，使其在机体中的浓度超过周围环境中浓度的现象。

二 简答题（每题 6 分，共 36 分）

1 什么是环境问题？请简述当今人类面临的环境问题。

答：指环境受到破坏而引起的后果，或是引起环境破坏的原因。

大气污染；臭氧层破坏；酸雨侵袭；水体污染与水资源短缺；土地荒漠化；绿色屏障锐减；物种减少；海洋污染；固体废物污染；人口激增；全球变暖

2 Describe the major soil components and their significances in environmental chemistry

土壤由固、液、气三相物质组成。固相包括土壤矿物质和有机质，占土壤总重量的 90%~95%，占体积的 50%左右。液相指土壤水份及所含的可溶物，也称土壤溶液，占土壤体积的 20%~30%。气相指土壤空气，占土壤体积的 20%~30%。土壤中还有数量众多的细菌和微生物。因此，土壤是一个以固相为主的不均质多相体系，三相物质互相联系、制约，构成一个有机整体。土壤中与土壤污染化学行为关系密切的组分主要是矿物质、有机质和微生物。次生矿物是岩石经历化学风化形成的新矿物，其粒径较小，大部分以黏粒和胶体 (粒径小于 0.002mm) 分散状态存在。许多次生矿物具有活动的晶格、强的吸附和离子交换能力，吸水后膨胀，有明显的胶体特征。次生矿物是构成土壤的最主要组成部分，对土壤中无机污染物的行为和归宿影响很大。腐殖质对土壤中有机、无机污染物的吸附、络合或螯合作用。土壤水分是植物吸收养料的主要媒介，细孔隙比例大的土壤，往往通气条件较差。在这类土壤中，水分占优势，土壤空气的含量和组成不适于植物的最佳生长。

3 什么是毒物的联合作用及其主要分为哪几类？

Independent: $1+1 = 1 + 1$. Each chemical acts individually

Additive: $1 + 1 = 2$. The combined effect of the chemicals is equal to the sum of each chemical acting independently

Antagonistic: $1 + 1 < 2$. Two chemicals, when together, interfere with each

other's actions

Synergistic: $1 + 1 > 2$. The combined effect of two chemicals is much greater than the sum of the effect of each agent acting independently

Potentiating (enhancing): $1 + 0 > 2$. One substance which does not have a toxic effect on a certain organ system, when in combination with another chemical, makes the toxic effect greater.

4 大气中有哪些重要的吸光物质，其吸光特征是什么？

答：大气组分如 N_2 、 O_2 、 O_3 、 H_2O 和 CO_2 等能吸收一定波长的太阳辐射。波长小于 290 nm 的太阳辐射被 N_2 、 O_2 、 O_3 分子吸收，并使其解离。故波长小于 290 nm 的太阳辐射不能到达地面，而 800~2000 nm 的长波辐射则几乎都被水分子和二氧化碳所吸收。因此，只有波长为 300~800 nm 的可见光能透过大气到达地面，这部分约占太阳光总能量的 41%。

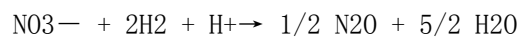
5 叙述大气中含氮化合物、含卤素化合物的源和汇。

种类：大气中重要的含氮化合物有 N_2O 、 NO 、 NO_2 、 NH_3 、 HNO_2 、 HNO_3 和氨盐；

其中 NO 和 NO_2 统称为总氮氧化物，是大气中最重要的污染物之一，它能参与酸雨及光化学烟雾的形成，而 N_2O 是温室气体。

来源

■ 氧化亚氮(N_2O)：氧化亚氮是无色气体，主要来自天然源，由土壤中的硝酸盐经细菌脱氮作用产生：

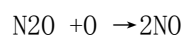
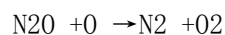


■ N_2O 的人为源主要是燃料燃烧和含氮化肥的施用。

转化：

■ N_2O 的化学活性差，在低层大气中被认为是非污染性气体，但它能吸收地面辐射，是主要的温室气体之一。

■ N_2O 难溶于水，寿命又长，可传输到平流层，发生光解作用：



最后一个反应是平流层中 NO 的天然源，而 NO 对臭氧层有破坏作用。

天然源：

■ 氮氧化物(NO_x)：大气中的 NO_x 主要来自天然过程，如生物源、闪电均可产生 NO_x 。

■ 自然界的氮循环每年向大气释放 NO 约 $4.30 \times 10^8 t$ ，约占总排放量的 90%，人类活动排放的 NO 仅占 10%。 NO_2 是由 NO 氧化生成的，每年约产生 $5.3 \times 10^7 t$ 。

人为源：

■ NO_x 的人为源主要是燃料的燃烧或化工生产过程，其中以工业窑炉、氮肥生产和汽车排放的 NO_x 量最多。据估算，城市大气中三分之二的 NO_x 来自汽车尾气等的排放。一般条件下，大气中的氮和氧不能直接化合为氮的氧化物，只有在温度高于 $1200^\circ C$ 时，氮才能与氧结合生成 NO ：



种类

■ 大气中卤代烃包括卤代脂肪烃和卤代芳烃，其中多氯联苯(PCB)及有机氯

农药(如 DDT、六六六)等高级卤代烃以气溶胶形式存在，而含两个或两个以下碳原子的卤代烃呈气态。

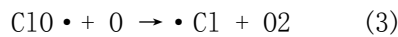
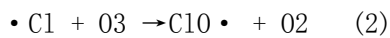
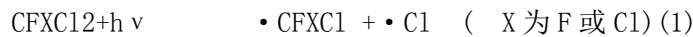
■ 氯氟烃类 (CFCs)：对环境影响最大，需特别引起关注的卤代烃是氯氟烃类。

来源

■ CFCs 主要被用作冰箱和空调的制冷剂，隔热用和家用泡沫塑料的发泡剂，电子器件和精密零件的清洗剂等。

转化

■ 排入对流层的氯氟烃类化合物不易在对流层被去除，它们唯一的去除途径是扩散至平流层，在强紫外线作用下进行光解，其反应式可表示如下：

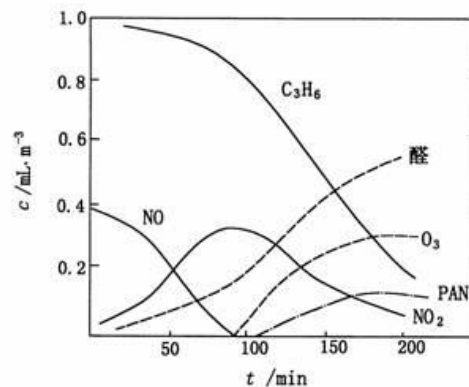


6 为什么水体 pH 较低时，鱼体内积累的甲基汞含量较高？

答：pH 对甲基化的影响。pH 较低 (<5.67, 最佳 pH =4.5 时，有利于甲基汞的生成；pH 较高时，有利二甲基汞的生成。由于甲基汞溶于水，pH 值较低时以 CH₃HgCl 形式存在，故水体 pH 较低时，鱼体内积累的甲基汞量较高。

三 应用环境化学原理分析下列问题 (每词 10 分，共 30 分)

1 下图是 C₃H₆、NO、空气 (O₂、N₂) 混合物经紫外线照射后的时间成分关系图。从图中可知，随 NO 和 C₃H₆ 等初始反应物的氧化消耗，NO₂ 和醛量增加；当 NO 耗尽时，NO₂ 出现最大值。此后，随着 NO₂ 的消耗 (浓度下降)，O₃ 和其他氧化剂如过氧乙酰硝酸酯 (PAN) 产生了。试利用大气环境化学原理分析可能发生的环境现象，并阐述其机制。



答：光化学烟雾
形成机理
12 个反应式

2 假设你的朋友在深圳某燃煤火力发电厂附近投资了一个果园种植项目，但是产量一直不好，初步检测发现土壤呈明显酸性，收获的产品重金属含量过高，请你用所学的环境化学相关知识为你的朋友解释出现这些现象的可能原因。

- 燃煤火力发电厂：SO_x，NO_x，产生酸雨，土壤酸化
- 深圳是南方，我国南方的土壤本身偏酸性，因此缓冲性能差，受酸雨的影响会更严重

- 酸雨冲刷加速酸化过程，土壤酸化加速土壤中铝的原生和次生矿物风化而释放大量铝离子，影响植物可吸收的形态铝化合物；酸雨加速土壤矿物营养元素流失；改变土壤结构，影响作物正常发育；土壤 pH 下降会使土壤溶出更多重金属，对植物生长产生不利影响

- 发电厂烟气中还有大量重金属，汞、镉等，会通过大气沉降作用到土壤环境

- 产品中重金属来源包括，大气沉降来的和土壤中吸收的

3 2005年11月13日位于吉林省吉林市中石油吉化公司双苯厂爆炸后造成松花江水体污染。为了确保哈尔滨市生产、生活用水安全，哈尔滨市政府决定于2005年11月23日零时起，关闭松花江哈尔滨段取水口，停止向市区供水，（该取水口位于爆炸现场下游）。11月24日国家环保总局宣布该水体污染物主要为苯、苯胺和硝基苯，并确定为重大环境污染事件。试应用环境化学原理分析该现象。

答 有机污染物在水环境中的迁移转化

污染物对生态的影响

对人体健康的影响

试题 3

环境化学试题

一 名词解释：(每词 3 分,共 24 分)

- | | | | |
|-----------|----------|---------|----------|
| 1 气温垂直递减率 | 2 光化学反应 | 3 吸附等温线 | 4 盐基饱和度 |
| 5 生物放大 | 6 天然水的碱度 | 7 Kow | 8 标化分配系数 |

二 回答下列问题：(每题 6 分，共 36 分)

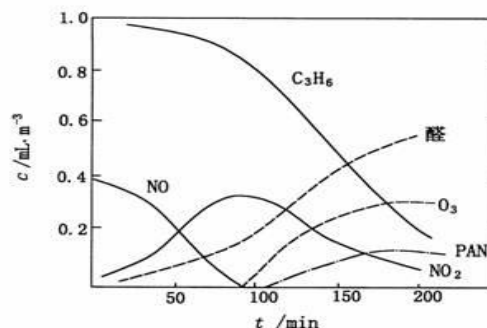
- 1 过氧自由基 $\text{HO}_2\cdot$ 的主要来源有哪些？
- 2 简述大气污染物汇的机制。
- 3 简述环境污染物的三致作用。
- 4 简述土壤的缓冲性能及其原理。
- 5 水中有机污染程度的指标是什么？并分别加以说明。
- 6 简要回答河流中的泥沙对重金属的迁移转化的影响，并举例加以说明。

三 计算题：(每题 10 分，共 10 分)

有如下两个单体系，其中一个是 Cu^{2+} 、 Cu^+ ($\text{pE}^0 = 5.82$, $[\text{Cu}^{2+}] = 10^{-5} \text{ mol/L}$, $[\text{Cu}^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$)，另一个是 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} ($\text{pE}^0 = 13.05$, $[\text{Fe}^{3+}] = 10^{-3} \text{ mol/L}$, $[\text{Fe}^{2+}] = 0.1 \text{ mol/L}$)。如果各取 1 升，将其成为一个混合体系，并假定 Fe^{3+} 被 Cu^+ 还原完全，试计算哪个体系是决定电位？

四 分析论述题：(每题 10 分，共 30 分)

1. 某市一家铅锌冶炼厂的含铅废水经化学处理后排入水体中，排污口水中铅的含量为 $0.3 \sim 0.4 \text{ mg/L}$ ，而在下流 500 m 处水中铅的含量只有 $3 \sim 4 \mu\text{g/L}$ ，试分析其原因？
2. 确定酸雨 pH 界限的依据是什麽？
3. 下图是 C_3H_6 、 NO 、空气(O_2 、 N_2)混合物经紫外线照射后的时间成分关系图。从图中可知，随 NO 和 C_3H_6 等初始反应物的氧化消耗， NO_2 和醛量增加；当 NO 耗尽时， NO_2 出现最大值。此后，随着 NO_2 的消耗(浓度下降)， O_3 和其他氧化剂如过氧乙酰硝酸酯(PAN)产生了。试利用大气环境化学原理分析可能发生的环境现象，并阐述其机制。



环境化学试题 3 答案

一 名词解释：(每词 3 分,共 24 分)

1 气温垂直递减率：

气温随高度的变化通常以气温垂直递减率(Γ)表示，即每垂直升高 100m，气温的变化值：

$$\Gamma = -\frac{dT}{dZ}$$

T—绝对温度，K；Z—高度。

2 光化学反应： 光化学反应：一个原子、分子、自由基或离子吸收一个光子所引发的反应，称为光化学反应。

3 吸附等温线：在恒温等条件下，吸附量 Q 与吸附物平衡浓度 c 的关系曲线称为吸附等温线，其相应的数学方程式称为吸附等温式。适用于水体颗粒物对污染物的吸附等温式有 Henry 型、弗莱特利希(Freundlich)和朗格缪尔(Langmuir)三种等温式。

4 盐基饱和度：盐基饱和度 (%) = 交换性盐基总量/阳离子交换量 X100%

5 生物放大：同一食物链上的高营养级生物，通过吞噬低营养级生物蓄积某种元素或难降解物质，使其在机体内的浓度随营养级数提高而增大的现象

6 天然水的碱度：指水中能与强酸发生中和作用的全部物质，亦即能接受质子 H⁺的物质总量。

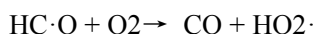
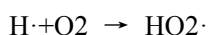
7 Kow：辛醇-水分配系数，既化学物质在辛醇中浓度和在水中浓度的比例。

8 标化分配系数：表示有机毒物在沉积物（或土壤）与水之间的分配系数，以有机碳为基础。Koc = Kp / Xoc。

二 回答下列问题：（每题 6 分，共 36 分）

1 过氧自由基 HO₂·的主要来源有哪些？

HO₂·的主要来源是大气中甲醛(HCHO)的光分解：



2 简述大气污染物的汇的机制

重力沉降，与植物、建筑物或地面(土壤)相碰撞而被捕获(被表面吸附或吸收)的过程，统称为干沉降。

大气中的物质通过降水而落到地面的过程称为湿沉降。

污染物在大气中通过化学反应生成其他气体或粒子而使原污染物在大气中消失的过程，称为化学去除

3 简述环境污染物的三致作用。

三致作用定义：

致突变作用；

致癌作用；

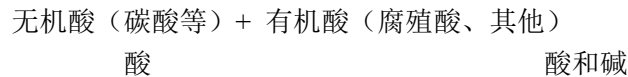
致畸作用。

4 简述土壤的缓冲性能及其原理。

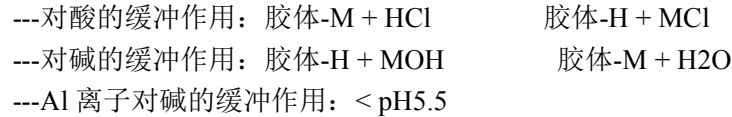
答： 定义：土壤缓冲性能是指土壤具有缓和其酸碱度发生激烈变化的能力，它可

以保持土壤反应的相对稳定，为植物生长和土壤生物的活动创造比较稳定的生活环境。

溶液的缓冲作用：



胶体的缓冲作用：



5 水中有机污染程度的指标是什么？并分别加以说明。

答：水体中有机污染物的种类繁多、组成复杂，现代分析技术难以分别测定它们的含量。因此，只能利用它们共同的特点，用一些指标间接反映水体中有机物的污染程度。

常见的指标有：溶解氧、生化需氧量、化学需氧量、总有机碳和总需氧量。

6 简要回答河流中的泥沙对重金属的迁移转化的影响，并举例加以说明。

答：(1) 河流泥沙中主要有蒙脱石、高岭石、伊利石等，其中粒径小于 50 μm 的占 82%；研究表明，泥沙的粒径越小，比表面越大，吸附重金属的量也越大；当重金属浓度不变时，随着河流泥沙量增大，对重金属的吸附量增大；河流泥沙对重金属离子的吸附符合弗莱特利希等温线；

(2) 泥沙对重金属离子的吸附量随 pH 的升高而增大；河水 pH8.3 左右，重金属离子在此条件下有不同程度的水解、沉淀、配合和被悬浮物吸附，控制了河水中可溶性重金属离子的浓度；

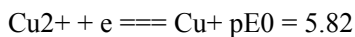
(3) 泥沙中有机质含量随季节而变化，悬浮物中有机质大于沉积物中有机质的含量，泥沙中重金属的吸附量与有机质的含量呈正相关；重金属在河水、悬浮物、沉积物中的分配比是：悬浮物大于沉积物，而沉积物和悬浮物远远大于河水中重金属含量。

• 由此可见，河流中泥沙对重金属的迁移转化有很大的影响。

三 计算题：(每题 10 分，共 10 分)

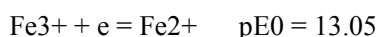
有如下两个单体系，其中一个为 Cu^{2+} 、 Cu^+ ($\text{pE}^0 = 5.82$, $[\text{Cu}^{2+}] = 10^{-5} \text{ mol/L}$, $[\text{Cu}^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$)，另一个为 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} ($\text{pE}^0 = 13.05$, $[\text{Fe}^{3+}] = 10^{-3} \text{ mol/L}$, $[\text{Fe}^{2+}] = 0.1 \text{ mol/L}$)。如果各取 1 升，将其成为一个混合体系，并假定 Fe^{3+} 被 Cu^+ 还原完全，试计算哪个体系是决定电位？

解：有两个单体系



当 $[\text{Cu}^{2+}] = 10^{-5} \text{ mol/L}$, $[\text{Cu}^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$ 时，

$$\text{pECu}^{2+}/\text{Cu}^+ = 4.82$$



当 $[\text{Fe}^{3+}] = 10^{-3} \text{ mol/L}$, $[\text{Fe}^{2+}] = 0.1 \text{ mol/L}$ 时，

$$\text{pEFe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 11.05$$

如果各取 1 升，将其成为一个混合体系，并假定 Fe^{3+} 被 Cu^+ 还原完全，则有 $[\text{Fe}^{3+}] = (10^{-3} - 10^{-4}) / 2 = 4.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

$$[\text{Fe}^{2+}] = (10^{-1} + 10^{-4}) / 2 = 5.005 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

混合体系的电位为：

$$\begin{aligned} pE_{\text{混合}} &= pE_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = pE_{\text{OFe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + \lg[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}] \\ &= (13.05 + \lg 4.5 \times 10^{-4} / 5.005 \times 10^{-2}) = 11.00 \end{aligned}$$

由上可知，混合体系的 pE 处在铜单体系与铁单体系电位之间，并与含量较高的铁单体系的电位相近。所以铁体系为决定电位。

四 分析论述题：（每题 10 分，共 30 分）

1. 某市一家铅锌冶炼厂的含铅废水经化学处理后排入水体中，排污口水中铅的含量为 0.3~0.4mg/L，而在下流 500 m 处水中铅的含量只有 3~4 μg/L，试分析其原因？

(1) 含铅废水的稀释、扩散；

(2) 水体中胶体物质对重金属的吸附作用：

无机胶体：

次生黏土矿物；铁、铝、硅、锰等水合氧化物；

有机胶体：蛋白质、腐殖质。

(3) 氧化—还原转化：各价态之间的相互转化；

(4) 溶解和沉淀反应：

(5) 配合反应：无机配体：OH⁻、Cl⁻、CO₃²⁻、HCO₃⁻、F⁻、S₂⁻；

有机配体：氨基酸、糖、腐殖酸

生活废水中的洗涤剂、清洁剂、NTA、EDTA、农药等

(6) 生物甲基化作用；

(7) 生物富集作用

2. 确定酸雨 pH 界限的依据是什麼？

(1) 酸雨是最常见酸性降水，酸性降水是指通过降水，如雨、雪、雾、冰雹等将大气中的酸性物质迁移到地面的过程。这种降水过程称湿沉降。

(2) 降水 pH 主要推导方程式。

(3) 多年来国际上一直把 pH 值为 5.6 作为判断酸雨的界限，pH 值小于 5.6 的降雨称为酸雨。

(4) 通过对降水多年观察，对 pH 值为 5.6 作为酸性降水的界限以及判别人为污染界限有了不同观点，主要因为：

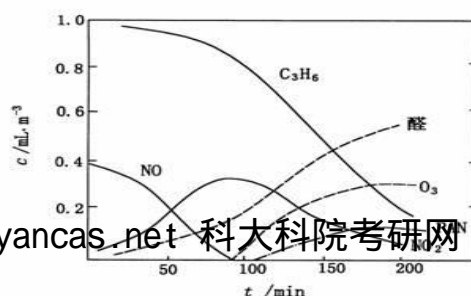
a，在清洁大气中，除有 CO₂ 外还存在各种酸、碱性气态和气溶胶物质，它们通过成云和降水冲刷进入雨水中，降水酸度是各物质综合作用的结果；

b，硝酸和硫酸并不都是人为源；天然源产生的 SO₂ 等都可进入雨水；

c，空气中碱性物质中和用，使得空气中酸性污染严重的地区并不表现出来酸雨；

d，其他离子污染严重的降水并不一定表现强酸性。

3. 下图是 C₃H₆、NO、空气(O₂、N₂)混合物经紫外线照射后的时间成分关系图。从图中可知，随 NO 和 C₃H₆ 等初始反应物的氧化消耗，NO₂ 和醛量增加；当 NO 耗尽时，NO₂ 出现最大值。此后，随着 NO₂ 的消耗(浓度下降)，O₃ 和其他氧化剂如过氧乙酰硝酸酯(PAN)产生了。试利用大气环境化学原理分析可能发生的环境现象，并阐述其机制。



答：光化学烟雾：汽车、工厂等污染源排入大气的碳氢化合物(HC)和氮氧化物(NOx)等

一次污染物在阳光中紫外线照射下发生光化学反应生成一些氧化性很强的 O₃、醛类、

PAN、HNO₃ 等二次污染物。人们把参与光化学反应过程的一次污染物和二次污染物的混合物(其中有气体和颗粒物)所形成的烟雾，称为光化学烟雾。

可以认为上述反应是大大简化了的光化学烟雾形成的基本反应。1986年 Seinfeld 用

12 个化学反应概括了光化学烟雾形成的整个过程：

引发反应： $\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}$

$\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$

$\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

链传递反应： $\text{RH} + \cdot\text{OH} \rightarrow \text{RO}_2\cdot + \text{H}_2\text{O}$

$\text{RCHO} + \cdot\text{OH} \rightarrow \text{RC(O)O}_2\cdot + \text{H}_2\text{O}$

$\text{RCHO} + h\nu \rightarrow \text{RO}_2\cdot + \text{HO}_2\cdot + \text{CO}$

$\text{HO}_2\cdot + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \cdot\text{OH}$

$\text{RO}_2\cdot + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{R}'\text{CHO} + \text{HO}_2\cdot$

$\text{RC(O)O}_2\cdot + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{RO}_2\cdot + \text{CO}_2$

终止反应： $\cdot\text{OH} + \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$

$\text{RC(O)O}_2\cdot + \text{NO}_2 \rightarrow \text{RC(O)O}_2\text{NO}_2$

$\text{RC(O)O}_2\text{NO}_2 \rightarrow \text{RC(O)O}_2\cdot + \text{NO}_2$