

机密★启用前

西南交通大学2014年硕士研究生招生

入学考试试卷

试题代码：811

试题名称：环境化学考

试时间：2014年1月

考生请注意：

- 1.本试卷共五题，共3页，满分150分，请认真检查；
- 2.答题时，直接将答题内容写在考场提供的答题纸上，答在试卷上的内容无效；
- 3.请在答题纸上按要求填写试题代码和试题名称；
- 4.试卷不得拆开，否则遗失后果自负。

## 一、填空题（15分）（答在试卷上的内容无效）

1.当前世界范围最关注的化学污染物主要是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

2.气团的稳定性是由\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两个因素的共同作用来决定的。

3.影响大气中污染物迁移的主要因素有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

4.可吸入粒子是指粒径\_\_\_\_\_的颗粒物。

5.腐殖质、粘土、砂土缓冲能力大小的顺序为\_\_\_\_\_。

6.农药在土壤中的迁移主要通过\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两个过程。（扩散、质体流动）

7.土壤氧化还原能力的大小可以用土壤的\_\_\_\_\_来衡量。

8.毒物联合作用通常分为四类：\_\_\_\_\_、

\_\_\_\_\_、相加作用和\_\_\_\_\_。

9. 土壤中次生硅酸盐可分为伊利石、  
\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三大类。

10.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{H}^{+}$  是土壤中常见阳离子，  
其交换吸附能力最强的是\_\_\_\_\_。

11. 污染物在环境中的迁移主要有机械迁移、  
\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三种。

12. 联苯、四氯联苯、三氯联苯和六氯联苯中，  
最不易被生物降解的是\_\_\_\_\_。

13. 水体中常见的吸附等温线有\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. 和 Langmuir 型((L 型)。

14. 影响酶促反应速率的因素主要有  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_、抑制剂等。

15. 土壤对农药的吸附作用可分为  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

16. 当水体 pH 处于偏酸性条件下，汞的甲基  
化产物主要是\_\_\_\_\_。

17.碳水化合物生化水解的最终产物为醇、醛、脂肪酸，在氧气充足时，能进一步分解为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

18.一般认为，当浓度较高时，金属离子与腐殖质的反应以\_\_\_\_\_为主，当金属离子浓度低时，则以\_\_\_\_\_为主。

19.生物通过非吞食方式，从周围环境蓄积某种元素或难降解的物质，使其在机体内浓度超过周围环境中浓度的现象叫\_\_\_\_\_。

20.Cu-Zn 金属对能还原六六六，在反应中 Zn 起\_\_\_\_\_作用，而 Cu 则起\_\_\_\_\_作用。

21.当今世界上最引人瞩目的几个环境问题\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等是由大气污染所引起的。

## 二、名词解释(24 分)(答在试卷上的内容无效)

- 1.共代谢
- 2.标化分配系数
- 3.被动易化扩散
- 4.酸沉降
- 5.绿色化学
- 6.优先污染物

## 三、简答题(16 分)(答在试卷上的内容无效)

- 1.简述胶体的凝聚与絮凝之间的区别。(10 分)
- 2.简述大气中  $\text{SO}_2$  氧化的途径。(10 分)
- 3.腐殖质怎样影响 Fenton 氧化效率?(10 分)
- 4.简述诱发沉积物中重金属释放的主要因素。(10 分)
- 5.简述表面活性剂促进污染物移动的主要机

理。(10 分)

6.简述水体富营养化产生的机理。(10 分)

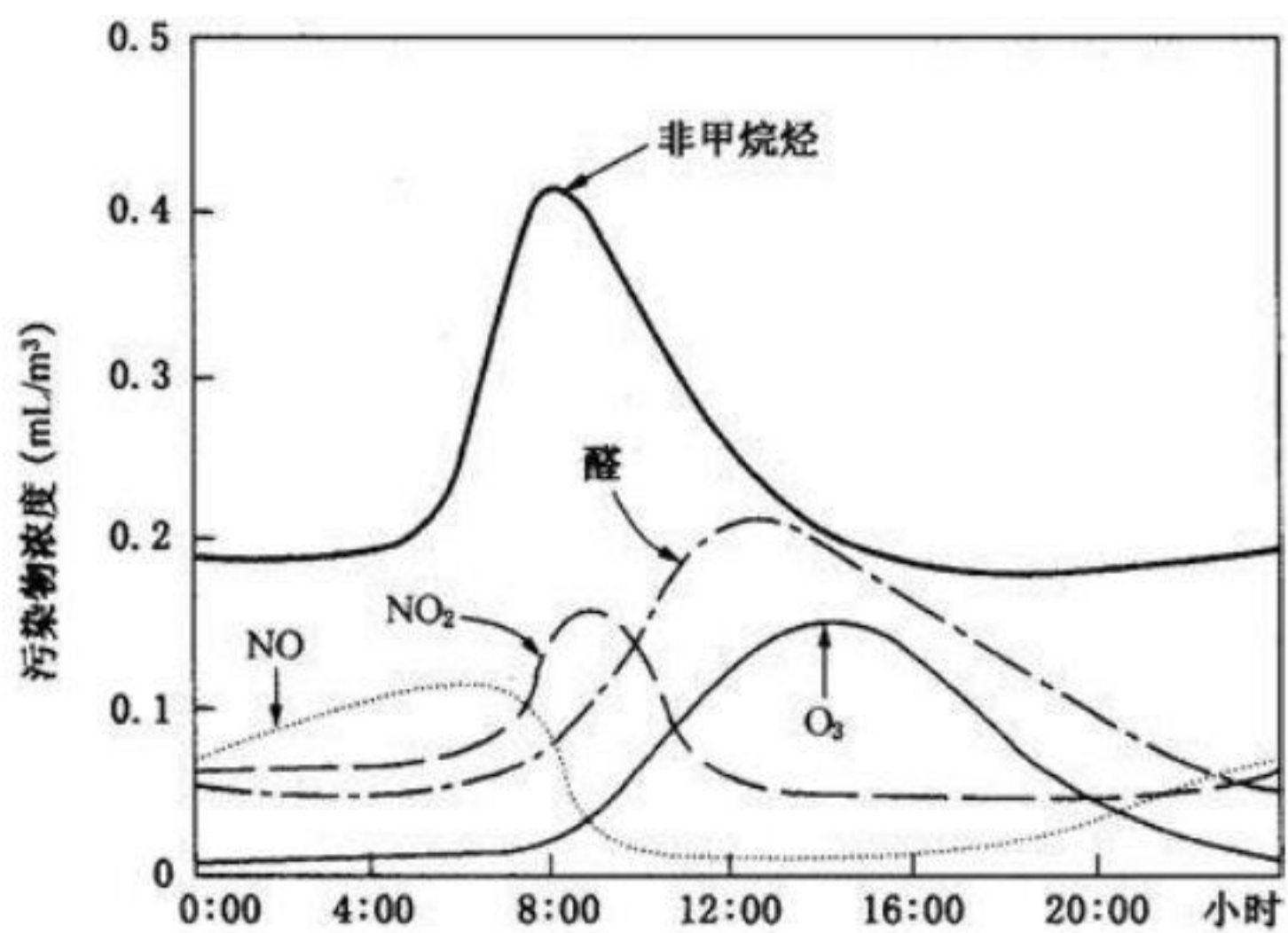
#### 四、问答题(50 分)(答在试卷上的内容无效)

1. PCDD 是一类具有什么化学结构的化合物?  
说明其主要污染源。(10 分)

2.重金属污染的特点是什么?(10 分)

3.什么是土壤的活性酸度与潜性酸度?试用  
它们二者的关系讨论我国南方土壤酸度偏  
高的原因。(15 分)

4.说明光化学烟雾现象, 解释污染物与产物  
的日变化曲线, 并说明光化学烟雾产物的性  
质与特征。(15 分)





# 西南交通大学2014年研究生入学试题解析

## 试题名称：环境化学

### 一、填空题（15分）（答在试卷上的内容无效）

1.当前世界范围最关注的化学污染物主要是  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。（持

久性有机污染物、“三致”化学污染物、环境  
内分泌干扰物）

2.气团的稳定性是由\_\_\_\_\_和  
\_\_\_\_\_两个因素的共同作用来决定的。

（气温垂直递减率、干绝热减温率）

3.影响大气中污染物迁移的主要因素有  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。（空

气的机械运动、逆温现象、污染源本身的特  
性）

4.可吸入粒子是指粒径\_\_\_\_\_的颗粒  
物。（ $\leq 10$  微米）



5.腐殖质、粘土、砂土缓冲能力大小的顺序为\_\_\_\_\_。(腐殖质>粘土>砂土)

6.农药在土壤中的迁移主要通过\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两个过程。(扩散、质体流动)

7.土壤氧化还原能力的大小可以用土壤的\_\_\_\_\_来衡量。(氧化还原电位)

8.毒物联合作用通常分为四类:\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,相加作用和\_\_\_\_\_。(协同作用、独立作用、拮抗作用)

9.土壤中次生硅酸盐可分为伊利石、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三大类。(蒙脱石和高岭石)

10. $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Na}^{+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ 和  $\text{H}^{+}$ 是土壤中常见阳离子,其交换吸附能力最强的是\_\_\_\_\_。(Fe<sup>3+</sup>)

11.污染物在环境中的迁移主要有机械迁移、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三种。(物理-化学

迁移、生物迁移)

12.联苯、四氯联苯、三氯联苯和六氯联苯中,最不易被生物降解的是\_\_\_\_\_。(六氯联苯)

13.水体中常见的吸附等温线有\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,和 Langmuir 型((L 型)。(H 型,F 型)

14.影响酶促反应速率的因素主要有\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,抑制剂等。(pH、温度)

15.土壤对农药的吸附作用可分为\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(静电吸附、离子交换吸附、专属吸附)

16.当水体 pH 处于偏酸性条件下,汞的甲基化产物主要是\_\_\_\_\_。(一甲基汞)

17.碳水化合物生化水解的最终产物为醇、醛、脂肪酸,在氧气充足时,能进一步分解

为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。(CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O)

18.一般认为，当浓度较高时，金属离子与腐殖质的反应以\_\_\_\_\_为主，当金属离子浓度低时，则以\_\_\_\_\_为主。(离子交换、螯合作用)

19.生物通过非吞食方式，从周围环境蓄积某种元素或难降解的物质，使其在机体内浓度超过周围环境中浓度的现象叫\_\_\_\_\_。(生物富集)

20.Cu-Zn 金属对能还原六六六，在反应中 Zn 起\_\_\_\_\_作用，而 Cu 则起\_\_\_\_\_作用。(还原、氧化)

21.当今世界上最引人瞩目的几个环境问题\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等是由大气污染所引起的。(温室效应、臭氧层破坏、光化学烟雾)

## 二、名词解释(24 分)(答在试卷上的内容无效)

### 1.共代谢

某些有机污染物不能做为微生物的唯一碳源与能源，必须有另外的化合物存在提供微生物碳源或能源时，该有机物才能被降解，这种现象叫做共代谢。(P234)

### 2.标化分配系数

有机毒物在沉积物与水之间的以有机碳为基础表示的分配系数 (P216)

### 3.被动易化扩散

有些物质可在高浓度侧与膜上特异性蛋白质载体结合，通过生物膜，至低浓度侧解离出原物质。这一转运称为被动易化转运。(P304)

## 4.酸沉降

酸沉降是指大气中的酸性物质以降水的形式或者在气流作用下迁移到地面的过程。这一过程包括“湿沉降”和“干沉降”。(P108)

## 5.绿色化学

绿色化学就是研究利用一套原理在化学产品的设计、开发和加工生产过程中减少或消除使用或产生对人类健康和环境有害物质的科学。(P477)

## 6.优先污染物

由于污染物种类繁多，各国都筛选一些毒性强、难降解、残留时间长、在环境中分布广的污染物对其进行优先控制，称为优先污染物。(P13)

### 三、简答题(16 分)(答在试卷上的内容无效)

#### 1.简述胶体的凝聚与絮凝之间的区别。(10 分)

作用机理不一样:

①凝聚是由由电介质的聚集

②絮凝是聚合物促成的聚集。(P179)

#### 2.简述大气中 $\text{SO}_2$ 氧化的途径。(10 分)

$\text{SO}_2$  的气相氧化:

① $\text{SO}_2$  的直接光氧化:  $\text{SO}_2$  经光化学反应形成激发态分子, 激发态的  $\text{SO}_2$  主要一三重态形式存在。

② $\text{SO}_2$  被自由基氧化: 其中  $\text{HO}\cdot$  与  $\text{SO}_2$  的氧化反应式大气中  $\text{SO}_2$  转化的重要反应。

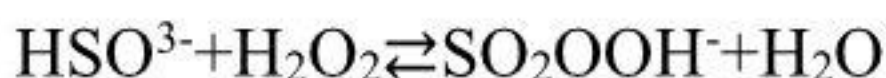
③ $\text{SO}_2$  被氧原子氧化: 污染大气的氧原子主要来源于  $\text{NO}_2$  的光解,  $\text{SO}_2$  与氧原子生成  $\text{SO}_3$ .



## SO<sub>2</sub> 的液相氧化:

①O<sub>3</sub> 对 SO<sub>2</sub> 的氧化: 在污染空气中 O<sub>3</sub> 的含量比清洁空气中要高, O<sub>3</sub> 可溶于大气的水中, 将 SO<sub>2</sub> 氧化成 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>。

②H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 对 SO<sub>2</sub> 的氧化: 在 pH 为 0-8 范围内均可发生氧化反应通常氧化反应可表示为:



③金属离子对 SO<sub>2</sub> 液相氧化的催化作用  
在有某种过渡金属离子存在是, SO<sub>2</sub> 的液相氧化反应可能会增大, 在有水环境下将 SO<sub>2</sub> 氧化为 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。(P100-105)

## 3.腐殖质怎样影响 Fenton 氧化效率?(10 分)

土壤有机质影响污染物的吸附土壤中的腐殖质会从以下几个途径造成正负两方面的影响, 哪种过程占主导还没有定论。

①土壤有机质影响污染物的吸附。 如果只



有溶液中的有机污染物能被自由基氧化，脱附速率将成为整个反应的速控步。

②腐殖质可能影响过氧化氢的分解途径。当土壤腐殖质含量较低时，过氧化氢虽然分解很慢，但 $\cdot\text{OH}$ 是主要产物，因此有利于污染物降解。腐殖质含量高时，过氧化氢虽然分解快，但产生 $\cdot\text{OH}$ 的比例低，有机物去除效率相对较低。

③腐殖质含有大量的醌类等电子传递体系，可促进 $\text{Fe}^{3+}$ 向 $\text{Fe}^{2+}$ 转化，加快自由基生成，促进氧化反应。

④土壤腐殖质会消耗部分氧化剂，与污染物竞争，降低其去除率。反过来，通过氧化反应，腐殖质的结构可能部分被破坏或者发生官能团的变化，释放吸附在其中的污染物，促进物质的分解。（P460）

#### 4.简述诱发沉积物中重金属释放的主要因素。(10分)

①盐浓度升高 碱金属和碱土金属阳离子可将被吸附在固体颗粒上的金属离子交换出来。

②氧化还原条件的变化 在湖泊。河口及近岸沉积物中一般均有较多的耗氧物质，使一定深度一下沉积物中的氧化还原电位急剧降低并使铁、锰氧化物部分或全部溶解，故被其吸附或与之共沉淀的重金属离子也同时释放出来。

③降低pH pH降低，导致碳酸盐和氢氧化物的溶解， $H^+$ 的竞争作用增加了金属离子的解吸量。

④增加水中配合剂的含量 天然或合成的配合剂使用量增加，能和重金属形成可溶性配合物，有时这种配合物稳定度较大，可以溶

解态形态存在，使重金属从固体颗粒上解吸下来。

⑤生物化学迁移过程 生物化学迁移过程能引起金属的重新释放，从而引起重金属从沉积物中迁移到动、植物体内，可能沿着食物链进一步富集，或者直接进入水体，或者通过动植物残体的分解产物进入水体。

(P179)

## **5.简述表面活性剂促进污染物移动的主要机理。(10 分)**

表面活性剂分子的特点是具有两性基团：亲水性基团和亲脂性基团，它能显著降低接触界面的表面张力，增加污染物特别是憎水性有机污染物在水相中的溶解性。当表面活性剂浓度很小时，表面活性剂单体将憎水基靠拢而分散在溶液相，当溶液中表面活性剂到

达一定浓度时，单体急剧聚集，形成胶束，污染物分配进入胶束核心，大量胶束的形成，增加了污染物的溶解性，同时非水相液体从含水层介质上大量解析，溶解于表面活性剂的胶束内表面活性剂作为一种有机物，可以吸附于土壤颗粒表面，这种吸附降低了液相表面活性剂的浓度，还增加了土壤对有机污染物的吸附。（P470）

## **6.简述水体富营养化产生的机理。（10 分）**

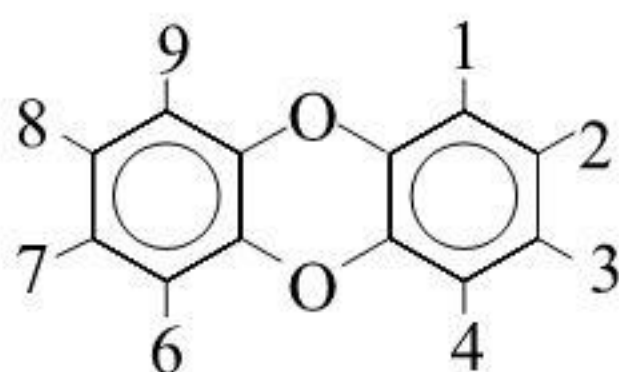
富营养化是指生物所需的氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体，引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧下降，鱼类及其他生物大量死亡的现象。在受影响的湖泊、缓流河段或某些水域增加了营养物，由于光合作用使藻的个数迅速增加，种类逐渐减少，水体中原是以硅藻和绿

藻为主的藻类。变成了以蓝藻为主的爆发性繁殖。(P169)

#### 四、问答题(50 分)(答在试卷上的内容无效)

**1. PCDD 是一类具有什么化学结构的化合物?说明其主要污染来源。(10 分)**

**答:** ①PCDD 具有经两个氧原子联结的二苯环结构, 在两个苯环上 123456789 位置上可有 1-8 个氯原子, 由氯原子数和所在位置的不同可能组合成 75 种异构体, 总称多氯代二苯并二噁英, 其结构式为



②来源: a.在焚烧炉内焚烧城市固体废物或野外焚烧垃圾是 PCDD 的主要大气污染源。



b.在苯氧酸除草剂、氯酚、多联氯苯产品和化学废弃物的生产、冶炼、燃烧及使用和处理过程中进入环境。

c.此外，工业化学废弃物、废汽车处理，钢铁冶炼以及木材燃烧都会产生 PCDD.  
(P415)

## 2.重金属污染的特点是什么？(10 分)

**污染特点：**形态多变，迁移转化形式多；金属有机态的毒性大于金属无机态；价态不同毒性不同；金属羰基化合物常常剧毒；在水体中的迁移以悬浮物和沉积物为主要载体；重金属的物理化学行为多具有可逆性；生物摄取重金属是积累性的。

## 3.什么是土壤的活性酸度与潜性酸度？试用它们二者的关系讨论我国南方土壤酸度偏

## 高的原因.(15 分)

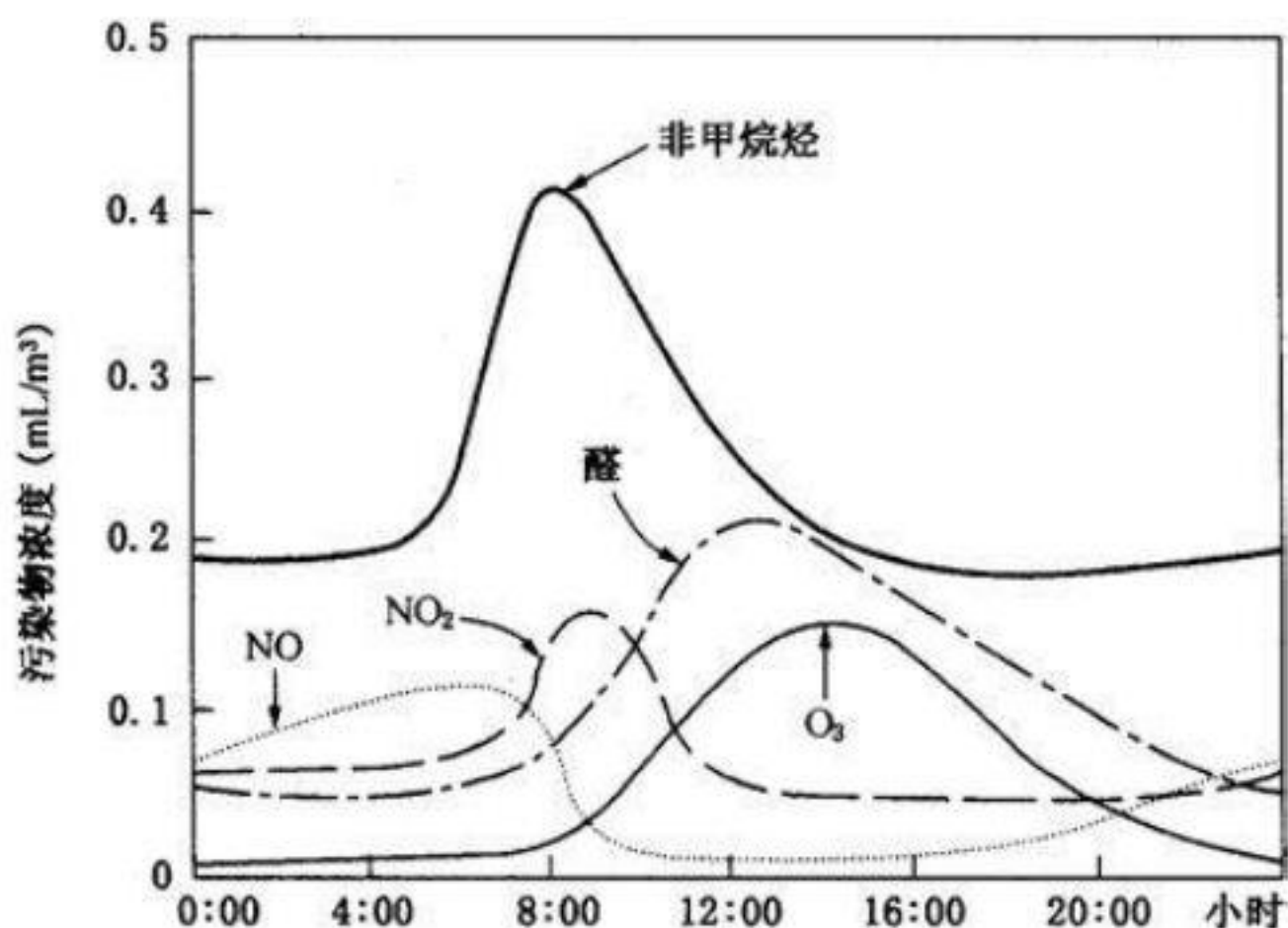
土壤的活性酸度：土壤的活性酸度是土壤中氢离子浓度的直接反映。

土壤的潜性酸度：来源于土壤胶体吸附的可代换性 $H^+$ 和 $Al^{3+}$ ,通过离子交换作用进入土壤溶液，所表现出来的酸度。

土壤的活性酸度与潜性酸度是同一平衡体系的两种酸度，两者可以相互转化。在一定条件下处于暂时平衡状态。土壤活性酸度是土壤酸度的根本起点和现实表现，土壤胶体是 $H^+$ 和储存库，潜性酸度是活性酸度的储备，我国南方土壤多为红壤，其中掩饰或土母质的晶格被不同程度的破坏导致晶格中的放出来，变成代换性 $Al^{3+}$ ，增加了土壤的潜性酸度，在一定条件下转化为土壤活性酸度，表现为pH值减小，酸度偏高。（P275）



4.说明光化学烟雾现象，解释污染物与产物的日变化曲线，并说明光化学烟雾产物的性质与特征。（15 分）



光化学烟雾，是指由含氮氧化合物和碳氢化合物等一次污染物的大气，在阳光照射下发生光化学反应而产生二次污染物，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（其中有气体污染物，也有气溶胶）所形成的烟雾污染现象。

日变化曲线：①光化学烟雾在白天生成，晚上消失。污染高峰出现在中午或稍后。

②烃和 NO 的体积分数的最大值发生在早晨交通繁忙时刻，这时 NO<sub>2</sub> 的浓度最低。

③随着太阳辐射的增强，NO<sub>2</sub>，O<sub>3</sub> 的浓度迅速增大，中午时达到较高浓度，它的峰值通常比 NO 峰值晚出现 4-5h。

④由此推断，NO<sub>2</sub>，O<sub>3</sub> 和醛是日光照射下由大气光化学产生的，属于二次污染物。

⑤早晨由汽车排出来的尾气是产生这些光化学反应的直接原因。

⑥傍晚交通繁忙时刻，但由于光照较弱，不足以引起光化学反应，因此不产生光化学烟雾。

性质与特征：烟雾呈蓝色，具有强氧化性，能使橡胶开裂，对眼睛、呼吸道等有强烈刺激，并引起头痛、呼吸道疾病恶化，严重可造成死亡，对植物叶子有害，能使大气能见度降低。刺激物浓度峰值出现在中午和午

后，污染区域出现在污染源下风向几十到几百公里的范围内。(P91-93)