

青岛科技大学 2005 年 研究生入学考试试题 A

考试科目: 环境化学 (答案全部写在答题纸上)

一、填空或选择(每空 1 分,选择每小题 2.5 分,共 40 分)

- 毒物联合作用类型有_____。
- 雨水与天然本底硫平衡时的 pH 为_____,如果雨水 pH 值小于_____,就可以确定人为影响是存在的,所以提出以_____作为酸雨 pH 值的界限更为确切。
- 化学物种吸收光子后形成激发态物种 $A+h\nu \longrightarrow A^*$ 。随后可能发生光化学过程
① $A^*+M \longrightarrow A+M$, ② $A^* \longrightarrow B_1+B_2+\cdots$, ③ $A^*+C \longrightarrow D_1+D_2+\cdots$,
④ $A^* \longrightarrow A+h\nu$,
其中属于光化学过程的有_____;光物理过程的有_____。
- 天然水中对水质影响最大的有机物是腐殖质,根据其在碱和酸溶液中的溶解度可划分三类,它们分别是_____。
- 我国酸雨中作为酸的指标物是_____,作为碱的指标物是_____。
- 1953 年日本熊本县水俣湾附近出现的水俣病是由汞和_____造成的。
- 污染物质在环境中的转化类型有_____。
- 土壤中两个最活跃的组分是_____和_____,他们对污染物在土壤中的迁移和转化有重要作用。
- 按环境变化的性质,环境效应可分为()
A.物理效应, B.化学效应, C.人为效应, D.生物效应。
- 影响大气污染物迁移的主要因素有:()
A.大气压, B.大气湍流, C.逆温, D.污染源本身。
- 对专属吸附起主要作用的是:()
A.静电力, B.絮凝剂, C.化学键, D.范德华力
- 造成温室效应的气体有:()
A. CO_2 , B. N_2 , C. CH_4 , D. SO_2
- 将一些有机物作为食物源提供能量和细胞生长所需碳的代谢模式称为:()
A. 共代谢, B. 兼代谢, C. 生长代谢, D. 单一化代谢
- 影响酶促反应速率的因素有:()
A. 温度, B. 容器材质, C. 大气压, D. 搅拌速度。
- 三羧酸循环中,三羧酸是指:()
A. 苹果酸, B. 柠檬酸, C. 草酰乙酸, D. 草酰琥珀酸
- DDT 的分子式为:()
A. $C_{14}H_{12}Cl_2$, B. $C_{14}H_{10}Cl_4$, C. $C_{14}H_{11}Cl_3$, D. $C_{14}H_9Cl_5$ 。

二、回答下列问题(每小题 8 分,共 32 分)

- 什么是温室效应?请列举出至少 5 种温室气体。

2. 影响毒物毒性的因素很多，概括起来可分为哪些？关键因素是什么？
3. 土壤胶体的性质主要包括哪些？
4. 诱发沉积物中重金属释放的主要因素有哪些？

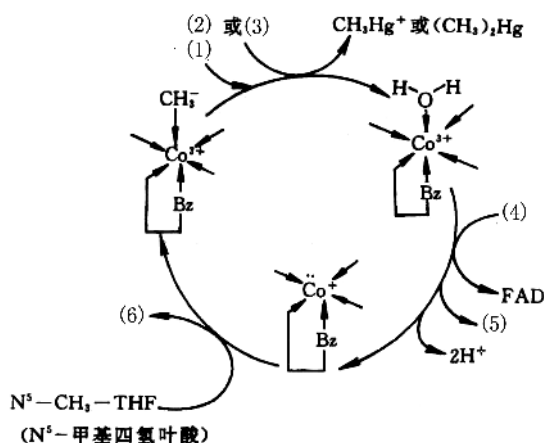
三、根据下表计算结果说明：B 地降水中 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 总含量明显低于 A 地，但为何 B 地降水也是酸雨？(12 分)

	SO_4^{2-}	NO_3^-	Ca^{2+}	NH_4^+
A 地	0.1384	0.0224	0.0383	0.0672
B 地	0.0354	0.0306	0.0070	0.0311

四、画出胶体颗粒凝聚的综合位能曲线，并予以解释。(20)

五、某水体的 pH 值为 7.00，碱度为 $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ，请计算 $[\text{H}_2\text{CO}_3^*]$ 、 $[\text{HCO}_3^-]$ 、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ 和 $[\text{OH}^-]$ 的浓度各是多少？（在 pH 值为 7.00 时， $[\text{CO}_3^{2-}]$ 的浓度与 $[\text{HCO}_3^-]$ 相比可以忽略）(10 分)

六、下图是 Hg 的生物甲基化途径，请将括号内的相应分子或符号按顺序写在答题卷上。(18 分)



七、计算题(18 分)

某河段流量 $Q = 2160000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，流速 $u = 46 \text{ km/d}$ ， $T = 13.6^\circ\text{C}$ ，耗氧系数 $k_1 = 0.94 \text{ d}^{-1}$ ，复氧系数 $k_2 = 1.82 \text{ d}^{-1}$ ，BOD 沉浮系数 $k_3 = 0.17 \text{ d}^{-1}$ ，起始断面排污口排放的废水为 $1 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{d}$ ，废水中含 BOD_5 为 400 mg/L ，溶解氧为 2.0 mg/L ，上游河水 BOD_5 为 1.6 mg/L ，溶解氧为 8.95 mg/L ，求排污口下游 6 km 处河水的 BOD_5 和亏氧值。

已知：

$$L = L_0 \exp[-(k_1 + k_3)x/u]$$

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{k_2 x}{u}\right) - \frac{k_1 L_0}{k_1 + k_3 - k_2} \left[\exp\left(-\frac{k_1 + k_3}{u} x\right) - \exp\left(-\frac{k_2}{u} x\right) \right]$$

L— 排污口下游 x km 处河水的 BOD₅ ;

L₀ —排污口处混合水的 BOD₅;

D— 排污口下游 x km 处河水的亏氧值;

D₀— 排污口处混合水的亏氧值;

13℃时的饱和溶解氧 D₀ 为 10.60 mg/L,14℃时的饱和溶解氧 D₀ 为 10.37mg/L,用内插法求得 13.6℃时的饱和溶解氧。

青岛科技大学 2005 年 研究生入学考试试题 B

考试科目: 环境化学 (答案全部写在答题纸上)

一、填空或选择 (每空 2 分,选择每小题 2.0 分,共 40 分)

1. 污染物在环境中的三大主要转化类型为_____ , _____ , _____。
2. 总碳酸量和总碱度在一定条件下具有守恒特性,在封闭体系中加入强酸或强碱, _____ 不受影响,而加入[CO₂]时, _____ 不发生变化。
3. 光化学烟雾是氧化烟雾。其主要成分为氮氧化物, _____。
4. 下列哪种离子不是天然水中常见的粒子 ()
A. K⁺ B. HCO₃⁻ C. SO₄²⁻ D. Al³⁺
5. 水环境中胶体颗粒的吸附作用大体可分为表面吸附、_____ 和 _____ 等。
6. 我国酸雨中主要离子组成之一为 SO₄²⁻, 其来源主要是 _____ , 大气中唯一的气态碱是 _____。
7. 自然界唯一一个产生 O₃ 的反应是 _____ , 试写出三种破坏大气 O₃ 层的物质 _____。
8. 下列属于污染物质光解类型的是: ()
A. 水中光解, B. 电光解, C. 氧化光解, D. 还原光解
9. 烟酰胺腺嘌呤二核苷酸可缩写为: ()
A. NAD, B. NAD⁺, C. FMN, D. NADP⁺。
10. P289 毒物的拮抗作用效应可表示为: ()
A. $M > M_1 + M_2$, B. $M = M_1 + M_2$, C. $M > M_1 + M_2 (1 - M_1)$, D. $M < M_1 + M_2$
11. P288 急性毒作用的半数有效浓度可表示为: ()
A. ED₅₀, B. EC₅₀, C. LD₅₀, D. LC₅₀。
12. 混合功能氧化酶又称为: ()
A. 单加氧酶, B. 加氢酶, C. 脱氢酶, D. 水解酶
13. 下列哪个式子是总碱度的表达式 ()

A 总碱度 = $[\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] + [\text{H}^+]$

$$B \text{ 总碱度} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] + [\text{H}^+]$$

$$C \text{ 总碱度} = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{H}_2\text{CO}_3^*] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+]$$

$$D \text{ 总碱度} = [\text{OH}^-] - [\text{HCO}_3^-] - 2[\text{H}_2\text{CO}_3^*] - [\text{H}^+]$$

14. 污染物在大气中的扩散取决于三个因素：风可使污染物向下风向扩散，_____可使污染物向各方向扩散；浓度梯度可使污染物发生质量扩散。

二、回答下列问题(每题 8 分,共 32 分)

1. 什么是专属吸附？水合氧化物对金属离子的专属吸附和非专属吸附的区别是什么？

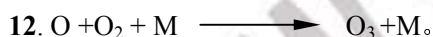
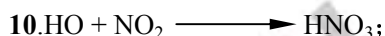
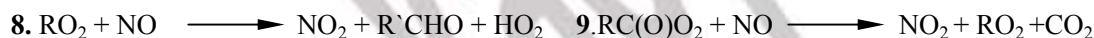
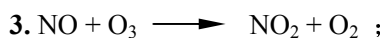
2. 简述酶催化作用的特点，按催化类型分，酶可分为哪几类？

3. 光化学烟雾的形成条件？为什么其污染高峰出现在中午或午后。

4. 影响重金属在土壤-植物体系中转移的因素有那些？并简要说明。

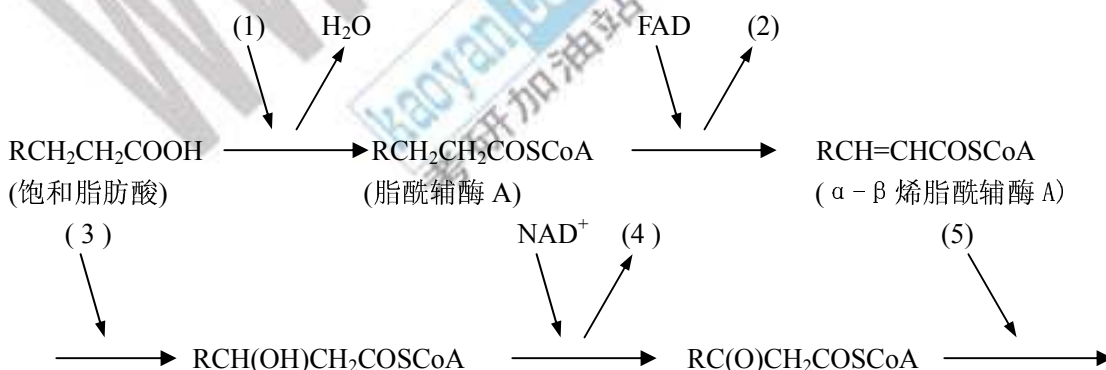
三、有机废水排入水体后，将引起水体溶解氧发生变化，到水体达到自净后，可得到氧的下垂曲线，把河流分成几个区段，试画出河流的氧下垂曲线，并说明各段的主要功能和特点。(20 分)

四、光化学烟雾形成的反应机制可概括为如下 12 个反应式来描述：



在上述反应式中，分别属于引发反应、自由基传递反应、终止反应的各为哪几个？（分别写出序号即可，12 分）。

五、下列简要图示是饱和脂肪酸 β -氧化途径,按顺序号写出相应的酶或化合物(20 分)



(β -羟脂酰辅酶 A)

(β -酮脂酰辅酶 A)



(乙酰辅酶 A) (较原酸少 2 个碳的脂酰辅酶 A)

六、已知一有毒化合物排入至 pH 值为 9，温度与河水基本相同的一水体中，该化合物的酸性水解常数 $K_a = 1.2 \times 10^{-2}$ ，中性水解常数 $K_n = 2.2$ ，碱性水解常数 $K_b = 2.1 \times 10^{-4}$ ，计算该化合物总的水解常数 K_h 。(10 分)

七、某城市污水排放量为 $1.33 \text{ m}^3/\text{s}$ ，受纳河流的流量为 $8.50 \text{ m}^3/\text{s}$ ，流速为 3.2 km/h 。污水和河水的温度分别为 20°C 和 15°C ； BOD_5 分别为 200 mg/L 和 1.0 mg/L ；溶解氧的饱和度分别为 0 和 90%；又已知 20°C 时耗氧反应速率常数 $k_1 = 0.3 \text{ d}^{-1}$ ，复氧速率常数 $k_2 = 0.7 \text{ d}^{-1}$ 。求受纳点到极限亏氧点的距离及亏氧点的亏氧量。(16 分)

其它条件： 14°C 、 15°C 、 16°C 、 17°C 、 20°C 时的饱和溶解氧分别为： 10.29 、 10.07 、 9.85 、 9.65 、 9.07 mg/L ；

$$k_1(T_1) = k_1(20)(1.135^{T_1-20})$$

$$k_2(T_1) = k_2(20)(1.024^{T_1-20})$$

$$\text{临界亏氧量发生时间的算式: } t_c = \frac{1}{k_2 - k_1} \log \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{D_0(k_2 - k_1)}{k_1 L_0} \right]$$

$$\text{临界亏氧量的算式: } D_c = \frac{k_1}{k_2} L_0 \times 10^{-k_1 t_c}$$

A 卷参考答案（环境化学）

一、1.协同作用、相加作用、独立作用、拮抗作用。2、5.0, 5.0,5.0 。3. ②③;①④ 4.腐殖酸,富里酸,腐黑物。5。酸的指标是 SO_4^{2-} , 碱的指标是 Ca^{2+} 和 NH_4^+ , 6. CH_3HgCl , 7.化学转化、生物转化、光化学转化, 8.土壤胶体, 土壤微生物; 9.ABD,10.BCD,11.CD,12.AC, 13.C,14.A,15.B, 16.D。

二、1.大气中的某些气体如 CO_2 吸收了地面辐射出来的红外光, 把能量截留于大气之中, 从而使大气的温度升高, 这种现象称为温室效应。能引起温室效应的气体叫做温室气体。如 CO_2 、 CH_4 、 CO 、 $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 、 O_3 、 CCl_4 等。

2. 概括起来有: (1) 有毒物的化学结构及物理性质, (2) 毒物所处的基体因素, (3) 肌体暴露于毒物的状况, (4) 生物因素, (5) 生物所处的环境; 其中, 关键因素是毒物得计量(浓度)

3. 土壤胶体具有巨大的比表面积和表面能;土壤胶体的电性和土壤胶体的凝聚性和分散性。

4.(1)盐浓度的升高,碱金属和碱土金属阳离子可将被吸附在固体颗粒物上的金属离子交换下来;(2)氧化还原条件的变化,较多的耗氧物质使一定深度以下沉积物中的氧化还原电位急剧降低,并将使铁、锰氧化物溶解,被其吸附共沉淀的重金属离子也同时释放出来;(3)降低 pH 值, 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, 和金属离子形成可溶性的配合物。

三、造成酸雨的结果是由两种因素决定的, 一是致酸物质 SO_4^{2-} 和 NO_3^- , 二是碱性物质 Ca^{2+} 和 NH_3 。

在 B 中, 尽管 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 的含量都比 A 低, 但水系中的 Ca^{2+} 和 NH_3 比 A 中的更低, 因而 B 地区的降水仍然是酸雨。

四、(1) 不同溶液离子强度有不同 V_R 曲线, V_R 随颗粒间的距离按指数律下降。 V_A 则只随颗粒间的距离变化, 与溶液中离子强度无关。在溶液离子强度较小时, 综合位能曲线上出现较大位能峰(V_{\max}), 此时, 排斥作用占较大优势, 颗粒借助于热运动能量不能超越此位能峰, 彼此无法接近, 体系保持分散稳定状态。但离子强度增大到一定程度时, V_{\max} 由于双电层被压缩而降低, 则一部分颗粒有可能超越该位能, 但离子强度相当高时, V_{\max} 可以完全消失, 吸附力占优势, 促使颗粒继续接近, 当其达到综合位能曲线上近距离极小值时, 颗粒就可以结合在一起。

五、当 $\text{pH} = 7.00$ 时, CO_3^{2-} 的浓度与 HCO_3^- 的浓度相比可以忽略不计, 此时, 碱度全由 HCO_3^- 贡献,

$$[\text{HCO}_3^-] = [\text{碱度}] = 2.00 \times 10^{-3} \text{ mol/l},$$

$$[\text{OH}^-] = 1.00 \times 10^{-7} \text{ mol/l},$$

$$\text{根据酸的理解常数 } K_1 = 4.45 \times 10^{-7}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3^*] = [\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]/K_1 = 1.00 \times 10^{-7} \times 2.00 \times 10^{-3} / 4.45 \times 10^{-7} = 4.49 \times 10^{-4} \text{ mol/l},$$

$$\text{代入把 } K_2 = 4.69 \times 10^{-11} \text{ 代入:}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = K_2 [\text{HCO}_3^-] / [\text{H}^+] = 4.69 \times 10^{-11} \times 2.00 \times 10^{-3} / 1.00 \times 10^{-7} = 9.38 \times 10^{-7} \text{ mol/l},$$

六、(1) H_2O (2) Hg^+ (3) CH_3Hg^+ (4) FADH_2 (5) H_2O (6) THF

七、解: 已知条件的统一, 废水 $q = 1 \times 10^5$; 废水中: $\text{BOD}_5 = 400 \text{ mg/L} = 400 \text{ g/m}^3$

$$\text{DO} = 2 \text{ mg/L} = 2 \text{ g/L}; \text{ 上游水中: } \text{BOD}_5 = 1.6 \text{ mg/L} = 1.6 \text{ g/m}^3$$

$$\text{DO} = 8.95 \text{ mg/L} = 8.95 \text{ g/L}$$

混合处 BOD_5 的浓度 L_0

$$L_0 = \frac{Q \times 1.6 + q \times 400}{Q + q} = \frac{2160000 \times 2 + 100000 \times 400}{2160000 + 100000} = 19.6 \text{ g/m}^3$$

$$L = L_0 \exp[-(k_1 + k_3)x/u] = 19.6 \times \exp^{-0.145} = 19.6 \times 0.865 = 16.96 \text{ g/m}^3$$

$$C_0 = \frac{2160000 \times 8.95 + 100000 \times 2}{2260000} = 8.64 \text{ g/m}^3$$

13.6°C 时的饱和溶解氧为 10.46 g/m^3

$$D_0 = C_s - C_0 = 10.46 - 8.64 = 1.82$$

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{k_2 x}{u}\right) - \frac{k_1 L_0}{k_1 + k_3 - k_2} \left[\exp\left(-\frac{k_1 + k_3}{u} x\right) - \exp\left(-\frac{k_2 x}{u}\right) \right] = 1.82 \exp^{-0.24} + 25.95 \left[\exp^{-0.145} \right.$$

$$\left. = 1.43 + 1.97 = 3.40 \text{ mg/L} \right]$$

B 卷参考答案

一、1. 生物转化, 化学转化, 光化学转化; 2. 总碳酸量, 总碱度; 3. 碳氢化物; 4. D; 5. 离子交换吸附, 专属吸附; 6. 燃煤排放的 SO_2 NH_3 ; 7. $\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$; NO_2 、 HO_2 、 CFCl_3 ; 8C; 9.B; 10.D; 11.B; 12.A. 13.A; 14. 湍流;

二、回答问题

1. (P120)[所谓专属吸附是指吸附过程中,除了化学键的作用外,还有加强的憎水键和范得化力或氢键在起作用。专属吸附作用不但可使表面电荷改变符号,而且可使离子化合物吸附在同号电荷的表面上。

项目	非专属吸附	专属吸附
发生吸附的表面静电荷的符号	—	—、0、+
金属离子所起的作用	反离子	配位离子
吸附时所发生的作用	阳离子交换	配位体交换
发生吸附时要求体系的 pH 值	> 零电位值	任意值
吸附发生的位置	扩散层	内层
对表面电荷的影响	无	负电荷减少, 正电荷增加

2. 酶催化作用有三个特点: (1). 催化具有专一性, 一种酶只能对一种底物或一种底物起催化作用, 促进一定的反应, 生成一定的代谢产物。(2). 酶催化效率高, 一般酶催化反应的速率比化学催化剂高 10^7 — 10^{13} 倍。(3). 酶催化需要温和的外界条件, 如强酸、强碱、高温等都能使酶催化剂失去活性。

酶根据催化反应类型, 分成六大类: ①**氧化还原酶**(催化氧化还原反应) ②**转移酶**(催化化学基团转移反应) ③**水解酶**(催化水解反应) ④**裂解酶**(催化底物分子的某些键非水解性断裂反应) ⑤**异构酶**(催化异构反应) ⑥**合成酶**(与高能磷酸化合物分解相耦联, 催化良种底物结合的反应)。(P244-246)

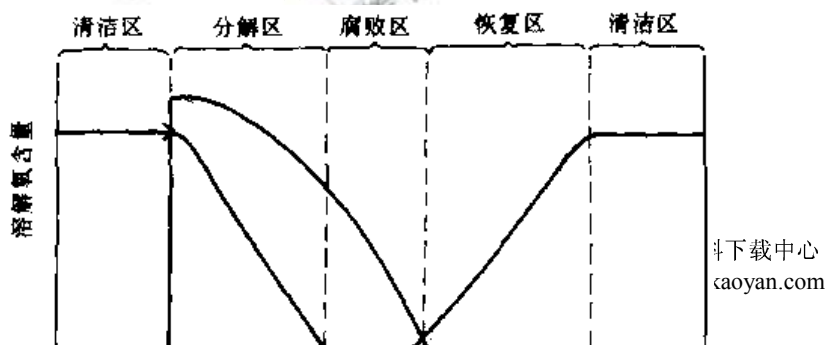
3. 发生光化学烟雾的条件是: 大气中含有较高的氮氧化物和碳氢化合物, 并在阳光照射下。

烃类化合物和 NO 的最大量发生在早晨交通高峰繁忙时, 但这时 NO_2 的浓度较低, 随着太阳辐射的增强, NO_2 、 O_3 浓度迅速增大, 中午或稍后达到较高浓度, 加速了光化学反应, 所以光化学烟雾主要发生在中午或稍后。(P47)

4. 土壤中重金属向植物体内转移的过程与重金属的种类、价态、存在形式以及土壤和植物的种类、特性有关。

(1) 植物种类: 不同植物种类或同种植物的不同植株从土壤中吸收转移重金属的能力是不同的。(2) 土壤种类: 土壤的酸碱性和腐殖质的含量都可能影响重金属向植物体内的转移能力。(3) 重金属形态: 结果证明, 土壤 pH、 E_h 的改变或有机物的分解都会引起难溶化合物溶解度发生变化, 而改变重金属向植物体内转移的能力。(4) 重金属在植物体内的迁移能力。

三、



清洁区：表明未被污染，氧及时得到补充。

分解区：微生物分解排入水中的有机物，其消耗溶解氧的量超过大气补充氧的量，因此，水体中的溶解氧下降，但微生物个数是增加的。

腐败区：溶解氧基本消耗净，水体进行缺氧分解，但有机物浓度基本分解完后，溶解氧开始上升，缺氧分解结束。

恢复区：有机物降解接近完成，溶解氧上升并接近饱和。

清洁区：水体环境改善，又恢复至原始状态。

四、反应：1、12、3；自由基传递反应：4、5、6、8、9、11；终止反应：10、2、7。

五、(1) CoASH；(2) FADH₂；(3) H₂O；(4) NADH+H⁺；(5) CoASH。

六、解：已知 pH 值为 9, [H⁺] = 10⁻⁹; [OH⁻] = 10⁻⁵

$$K_h = K_a[H^+] + K_n + K_b[OH^-] = 1.2 \times 10^{-2} \times 10^{-9} + 2.2 + 2.1 \times 10^4 \times 10^{-5} = 2.4$$

七、解：

1. 求混合后的 BOD₅, y_{min}。

$$y_{\min} = \frac{qc_1 + Qc_2}{q + Q} = \frac{1330 \times 200 + 8500 \times 1.0}{1330 + 8500} = \frac{274500}{9830} = 27.92(\text{mg/L})$$

2. 求起始的 BOD_u L₀

$$L_0 = \frac{y_{\min}}{1 - 10^{-k_1 t}} = \frac{27.92}{1 - 10^{-0.3 \times 5}} = \frac{27.92}{1 - 0.03} = 28.78 \text{mg/L}$$

3. 求混合后水体中的溶解氧 C_x

$$C_x = \frac{1330 \times 9.07 \times 0 + 8500 \times 10.07 \times 0.9}{9830} = \frac{77035.5}{9830} = 7.84 \text{mg/L}$$

1. 求混合后的温度 T_h

$$T_h = \frac{1330 \times 20 + 8500 \times 15}{9830} = \frac{154100}{9830} = 15.68^\circ\text{C}$$

5. 校正 k₁ 和 k₂

$$k_1(T_1) = k_1(20)(1.135^{T_1-20}) = 0.3 \times 1.135^{-4.32} = 0.3 \times 0.58 = 0.17$$

$$k_2(T_1) = k_2(20)(1.024^{T_1-20}) = 0.7 \times 1.024^{-4.32} = 0.7 \times 0.90 = 0.63$$

6. 求初始亏氧量 D₀

已知 15℃、16℃ 的饱和溶解氧量分别为：10.07 mg/L 和 9.86mg/L

15.68 ℃时的饱和溶解氧量 C_0 为：

$$C_0 = 9.86 + (10.07 - 9.86) \times 3/10 = 9.92 \text{ mg/L}$$

$$D_0 = C_0 - C_x = 9.92 - 7.84 = 2.08 \text{ mg/L}$$

7.求临界亏氧发生的时间

$$t_c = \frac{1}{k_2 - k_1} \log \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{D_0(k_2 - k_1)}{k_1 L_0} \right] = \frac{1}{0.63 - 0.17} \log \frac{0.63}{0.17} \left[1 - \frac{2.08(0.63 - 0.17)}{0.17 \times 28.78} \right] = 0.99 \text{ d}$$

发生的距离 $B = 3.2 \times 23.76 = 76.03 \text{ km}$ 。

4. 求临界亏氧量

$$D_c = \frac{k_1}{k_2} L_0 \times 10^{-k_1 t_c} = \frac{0.17}{0.63} \times 28.76 \times 0.68 = 5.28 \text{ mg/L}$$