

# 给排水科学与工程专业习题集

GEIPAISHUIKEXUEYUGONGCHENGZHUANYEXITITIJ

市政与环境工程系列丛书



主 编 李慧丽  
副主编 赵红花 王少峰 王惠敏



哈尔滨工业大学出版社  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

市政与环境工程系列丛书

# 给排水科学与工程专业习题集

主 编 李慧丽

副主编 赵红花 王少峰 王惠敏

哈尔滨工业大学出版社

## 内 容 简 介

本书根据全国给水排水专业指导委员会对给排水科学与工程专业的学科基础课和专业必修课的基本要求编写,可以满足给排水科学与工程专业的学习需求。本书共分为上下两篇,共6部分内容。包括:《水分析化学》、《水处理生物学》、《泵与泵站》、《水质工程学(上、下)》、《建筑给水排水工程》、《给水排水管网系统》等教材的习题及参考答案。

本书可用于高等学校给排水科学与工程、环境工程专业本科生参考,也可供成人教育院校、有关专业的工程技术人员及自学者参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

给排水科学与工程专业习题集/李慧丽主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 2018.1

(市政与环境工程系列丛书)

ISBN 978-7-5603-6804-7

I. ①给… II. ①李… III. ①给排水系统—高等学校—习题集 IV. ①TU991-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 181027 号

策划编辑 贾学斌

责任编辑 贾学斌

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 26.75 字数 640 千字

版 次 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-6804-7

定 价 50.00 元

---

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

# 前 言

本书是“给排水科学与工程专业”的配套辅助教材，以《高等学校给排水科学与工程本科指导性专业规范》为指导，以给排水科学与工程专业的基本概念、基本理论为出发点，以培养学生的专业素质与能力为目标而编写。

本书内容是根据给排水科学与工程专业的学科基础课和专业必修课编写的，分为上下两篇，共6部分内容，包括：水分析化学；水处理生物学；泵与泵站；水质工程学（上、下）；建筑给水排水工程；给水排水管网系统。每章均扼要概括了基本理论、公式及解题要点，有填空、选择、判断等主观题，也有计算等客观题，题目有简有繁，各类典型问题全部采用精练或精解方式，重点说明解题的思路、方法、步骤和解题技巧，便于学生学习和复习专业基础知识，可提高学生专业基础知识的掌握和运用能力。

本书由兰州理工大学给排水教研室教师合作编写，李慧莉主编，各章节编写人员分工如下：第1章胡家玮、蔚阳；第2章李慧莉；第3章王少峰；第4章杨亚红、赵红花、李彦娟；第5章王惠敏；第6章李慧莉。

本书在编写过程中得到了兰州理工大学张玉蓉、王亚军等老师，以及龙志强、李江尧、刘林刚、原文凯、程一航、党宁等研究生大力支持和帮助，同时也得到了兰州理工大学教学重点项目“给排水科学与工程四位一体化本科教学模式研究项目”[JY2015009]的资助，在此表示衷心的感谢。

本书参考了大量教材、专著和相关资料，也参考了历年国家注册公用设备师（给水排水）考试资料，由于涉及较多，无法在文中一一注明，本书编者在此对这些著作的作者一并表示诚挚的感谢。

由于给排水科学与工程专业知识涉及的内容和领域广泛，编者水平有限，谬误疏漏在所难免，恳请本书的使用者和读者批评指正。

本书适合高等学校给排水科学与工程专业本科生参考，也可供成人教育院校、有关专业的工程技术人员及自学或参考。

编 者  
2017年4月

# 目 录

## 上 篇

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 水分析化学 .....            | 1  |
| 第一节 概论 .....               | 1  |
| 第二节 水分析测量的质量保证 .....       | 2  |
| 第三节 酸碱滴定法 .....            | 3  |
| 第四节 络合滴定法 .....            | 7  |
| 第五节 沉淀滴定法 .....            | 11 |
| 第六节 氧化还原滴定法 .....          | 15 |
| 第七节 电化学分析法 .....           | 20 |
| 第八节 吸收光谱法 .....            | 25 |
| 第九节 色谱法 .....              | 28 |
| 第十节 原子光谱法 .....            | 30 |
| 习题答案 .....                 | 32 |
| 第二章 水处理生物学 .....           | 71 |
| 第一节 绪论 .....               | 71 |
| 第二节 原核微生物 .....            | 71 |
| 第三节 古菌 .....               | 73 |
| 第四节 真核微生物 .....            | 73 |
| 第五节 病毒 .....               | 75 |
| 第六节 微生物的生理特性 .....         | 76 |
| 第七节 微生物的生长和遗传变异 .....      | 77 |
| 第八节 微生物的生态 .....           | 78 |
| 第九节 大型水生植物 .....           | 79 |
| 第十节 微生物对污染物的分解与转化 .....    | 79 |
| 第十一节 污水生物处理系统中的主要微生物 ..... | 80 |
| 第十二节 水生植物的水质净化作用及其应用 ..... | 81 |
| 第十三节 水卫生生物学 .....          | 82 |
| 第十四节 水中有害生物的控制 .....       | 82 |
| 第十五节 水质安全的生物检测 .....       | 83 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 习题答案 .....       | 84  |
| 第三章 泵与泵站 .....   | 100 |
| 第一节 绪论 .....     | 100 |
| 第二节 叶片式水泵 .....  | 100 |
| 第三节 其他泵与风机 ..... | 114 |
| 第四节 给水泵站 .....   | 114 |
| 第五节 排水泵站 .....   | 115 |
| 习题答案 .....       | 116 |

## 下 篇

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第四章 水质工程学 .....        | 155 |
| 第一节 水质与水质标准 .....      | 155 |
| 第二节 水的处理方法概论 .....     | 156 |
| 第三节 凝聚和絮凝 .....        | 158 |
| 第四节 沉淀 .....           | 162 |
| 第五节 过滤 .....           | 167 |
| 第六节 吸附 .....           | 172 |
| 第七节 氧化还原与消毒 .....      | 173 |
| 第八节 离子交换 .....         | 175 |
| 第九节 膜滤技术 .....         | 176 |
| 第十节 水的冷却 .....         | 177 |
| 第十一节 腐蚀与结垢 .....       | 178 |
| 第十二节 其他处理方法 .....      | 178 |
| 第十三节 典型的给水处理系统 .....   | 179 |
| 第十四节 特种水源水处理系统 .....   | 180 |
| 第十五节 城市污水处理系统 .....    | 181 |
| 第十六节 工业废水处理的工艺系统 ..... | 182 |
| 第十七节 水质标准与水体自净 .....   | 183 |
| 第十八节 城市污水物理处理方法 .....  | 188 |
| 第十九节 活性污泥法 .....       | 193 |
| 第二十节 生物膜法 .....        | 206 |
| 第二十一节 厌氧生物处理 .....     | 208 |
| 第二十二节 自然生物处理系统 .....   | 210 |
| 第二十三节 污泥的处理处置与利用 ..... | 211 |
| 习题答案 .....             | 214 |
| 第五章 建筑给水排水工程 .....     | 335 |
| 第一节 建筑给水 .....         | 335 |
| 第二节 建筑消防系统 .....       | 340 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第三节 建筑排水 .....          | 343 |
| 第四节 建筑热水及饮水供应 .....     | 348 |
| 第五节 小区给水排水 .....        | 351 |
| 第六节 建筑中水 .....          | 353 |
| 习题答案 .....              | 355 |
| 第六章 给水排水管网系统 .....      | 374 |
| 第一节 给水排水管网系统概论 .....    | 374 |
| 第二节 给水排水管网工程规划 .....    | 375 |
| 第三节 给水排水管网水力学基础 .....   | 377 |
| 第四节 给水排水管网模型 .....      | 378 |
| 第五节 给水管网水力分析和计算 .....   | 379 |
| 第六节 给水管网工程设计 .....      | 381 |
| 第七节 给水管网优化设计 .....      | 384 |
| 第八节 给水管网运行调度与水质管理 ..... | 384 |
| 第九节 污水管网设计与计算 .....     | 385 |
| 第十节 雨水管渠设计和优化计算 .....   | 387 |
| 第十一节 给水排水管道材料和附件 .....  | 390 |
| 第十二节 给水排水管网管理与维护 .....  | 391 |
| 习题答案 .....              | 392 |
| 参考文献 .....              | 419 |

# 上 篇

## 第一章 水分析化学

### 第一节 概 论

#### (一) 基本要求

掌握常用水质指标的含义及测定方法,如酸度碱度、硬度、浊度、残渣、COD、BOD、DO 等;掌握水质标准的含义及我国生活饮用水卫生标准的内涵;了解水分析化学的任务和作用,水分析化学方法的分类以及水分析化学的发展趋势与方向。

#### (二) 习题

##### 一、名词解释

- |          |         |         |          |
|----------|---------|---------|----------|
| 1. 水质指标  | 2. 水质标准 | 3. 浊度   | 4. 表色    |
| 5. 真色    | 6. 水的酸度 | 7. 水的碱度 | 8. 水的硬度  |
| 9. 化学计量点 | 10. COD | 11. BOD | 12. 总含盐量 |

##### 二、填空题

1. 滴定分析法根据反应不同分为四大类:( )、( )、( )、( )。
2. 水中微生物指标主要有:( )、( )、( )和二氧化氯。
3. 水质指标可分为三类:( )、( )、( )。
4. 根据分析时所需要的试样质量或试液体积的不同,可分为常量分析、半微量分析、( )和( )。
5. 光学分析法主要包括:( )、( )、( )、( )、火焰光度法、荧光分析法和比浊分析法。
6. 电化学分析法主要分为:( )、( )、( )和极谱分析法。
7. 电导率表示水溶液( )的能力。

### 三、简答题

1. 如何描述水样的臭和味?
2. 如何测定和表示水样的浑浊程度?
3. 如何测定水的色度?
4. 生活饮用水卫生标准对水质的基本要求有哪些?

## 第二节 水分析测量的质量保证

### (一) 基本要求

掌握标准溶液的配制方法、浓度表示方法、滴定度和基准物质的相关概念;掌握常用的样品保存技术和预处理技术;掌握各种误差的表示方法及准确度和精密度的表达方法;掌握误差的来源及减免方法。了解有效数字的意义,有效数字的正确表达方法及运算规则。

### (二) 习题

#### 一、名词解释

- |         |         |        |         |          |
|---------|---------|--------|---------|----------|
| 1. 绝对误差 | 2. 相对误差 | 3. 准确度 | 4. 绝对偏差 | 5. 相对偏差  |
| 6. 精密度  | 7. 极差   | 8. 置信度 | 9. 标准溶液 | 10. 基准物质 |

#### 二、填空题

1. 水样的保存方法主要有:( )、( )和( )。
2. 水样的预处理方法主要包括:( )、( )、( )和( )。
3. 对水样进行消解时通常有三种方式:( )、( )和( )。
4. 根据误差的来源和性质,可分为( )误差、( )误差和( )误差。
5. 系统误差又叫可测误差,包括三种类型:( )、( )和( )。
6. 基准物质必须满足的条件包括:纯度高、稳定、( )、( )、( )以及试剂的组成与它的化学式完全相符。

#### 三、简答题

1. 水样若需保存,通常的保存方法是什么?
2. 准确度与精密度分别表示什么?二者的关系如何?
3. 标准偏差的表达式是什么?
4. 物质的量浓度的含义是什么?
5. 甲乙两位同学同时对某一水样的同一指标,分别得到5个平行数据,则用什么来反映某一个数据的精密度?用什么来反映甲、乙各组平行数据的精密度?
6. 某同学发现自己测定的5个平行数据中某个数据与其他数据偏离较远,一时未找到其原因,用什么方法来决定其取舍呢?
7. 滴定分析中化学计量点与滴定终点有何区别?

## 第三节 酸碱滴定法

### (一) 基本要求

掌握酸碱质子理论、酸碱反应的实质，酸碱离解平衡及平衡常数的表达方法；掌握各种酸碱溶液的 pH 值计算；掌握缓冲溶液的作用原理及 pH 值的计算；掌握酸碱指示剂的作用原理与变色范围的计算；掌握滴定过程中滴定突跃范围的计算及指示剂选择原则；掌握水中碱度分类、连续滴定法测定水中的碱度及各种碱度的计算。了解酸碱在不同 pH 值溶液中，各种存在形式的分布情况、分布系数的概念；了解酸碱滴定终点误差的计算。

### (二) 习题

#### 一、名词解释

1. 共轭酸碱对
2. 平衡浓度
3. 缓冲作用
4. 分布分数
5. 指示剂的理论变色点

#### 二、选择题

1. 配制好的 HCl 需贮存于\_\_\_\_\_中。  
A. 棕色橡皮塞试剂瓶                      B. 塑料瓶  
C. 白色磨口塞试剂瓶                      D. 白色橡皮塞试剂瓶
2. 用  $c(\text{HCl}) = 0.1 \text{ mol/L}$  HCl 溶液滴定  $c(\text{NH}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$  氨水溶液化学计量点时溶液的 pH 值为\_\_\_\_\_。  
A. 等于 7.0                      B. 小于 7.0                      C. 等于 8.0                      D. 大于 7.0
3. 欲配制 pH=5.0 缓冲溶液，应选用的一对物质是\_\_\_\_\_。  
A.  $\text{HAc}(K_a = 1.8 \times 10^{-5}) - \text{NaAc}$                       B.  $\text{HAc} - \text{NH}_4\text{Ac}$   
C.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(K_b = 1.8 \times 10^{-5}) - \text{NH}_4\text{Cl}$                       D.  $\text{KH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{HPO}_4$
4. 欲配制 pH=10.0 缓冲溶液，应选用的一对物质是\_\_\_\_\_。  
A.  $\text{HAc}(K_a = 1.8 \times 10^{-5}) - \text{NaAc}$                       B.  $\text{HAc} - \text{NH}_4\text{Ac}$   
C.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(K_b = 1.8 \times 10^{-5}) - \text{NH}_4\text{Cl}$                       D.  $\text{KH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{HPO}_4$
5. 在酸碱滴定中，选择强酸强碱作为滴定剂的理由是\_\_\_\_\_。  
A. 强酸强碱可以直接配制标准溶液                      B. 使滴定突跃尽量大  
C. 加快滴定反应速率                      D. 使滴定曲线较完美
6. 用  $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  晶体、2.0 mol/L NaOH 来配制 pH 值为 5.0 的  $\text{HAc} - \text{NaAc}$  缓冲溶液 1 L，其正确的配制是\_\_\_\_\_。  
A. 将 49 g  $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解，再加入 50 mL 2.0 mol/L HAc 溶液，用水稀释至 1 L  
B. 将 98 g  $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解，再加入 50 mL 2.0 mol/L HAc 溶液，用水稀释至 1 L  
C. 将 25 g  $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解，再加入 100 mL 2.0 mol/L HAc 溶液，用水稀释至 1 L  
D. 将 49 g  $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解，再加入 100 mL 2.0 mol/L HAc 溶液，用水稀释至 1 L
7. (1+5) $\text{H}_2\text{SO}_4$  这种体积比浓度表示方法的含义是\_\_\_\_\_。  
A. 水和浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的体积比为 1 : 6                      B. 水和浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的体积比为 1 : 5

- C. 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和水的体积比为 1 : 5      D. 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和水的体积比为 1 : 6
8. 以  $\text{NaOH}$  滴定  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $K_{a1}=7.5\times 10^{-3}$ ,  $K_{a2}=6.2\times 10^{-8}$ ,  $K_{a3}=5.0\times 10^{-13}$ ) 至生成  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  时, 溶液的 pH 值应当是\_\_\_\_\_。
- A. 7.7      B. 8.7      C. 9.8      D. 10.7
9. 用 0.10 mol/L  $\text{HCl}$  滴定 0.10 mol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  至酚酞终点, 这里  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的基本单元数是\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       B.  $2 \text{Na}_2\text{CO}_3$       C.  $1/3 \text{Na}_2\text{CO}_3$       D.  $1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3$
10. 下列弱酸或弱碱 (设浓度为 0.1mol/L) 能用酸碱滴定法直接准确滴定的是 \_\_\_\_\_。
- A. 氨水 ( $K_b=1.8\times 10^{-5}$ )      B. 苯酚 ( $K_b=1.1\times 10^{-10}$ )  
C.  $\text{NH}_4^+$       D.  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ( $K_a=5.8\times 10^{-10}$ )
11. 用 0.1 mol/L  $\text{HCl}$  滴定 0.1 mol/L  $\text{NaOH}$  时的 pH 值突跃范围是 9.7~4.3, 用 0.01 mol/L  $\text{HCl}$  滴定 0.01 mol/L  $\text{NaOH}$  的突跃范围是\_\_\_\_\_。
- A. 9.7~4.3      B. 8.7~4.3      C. 8.7~5.3      D. 10.7~3.3
12. 某酸碱指示剂的  $K_{\text{HIn}}=1.0\times 10^5$ , 则从理论上推算其变色范围是\_\_\_\_\_。
- A. 4~5      B. 5~6      C. 4~6      D. 5~7
13. 用  $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  晶体, 2.0M  $\text{HAc}$  来配制 pH 值为 5.0 的  $\text{HAc}$ - $\text{NaAc}$  缓冲溶液 1 升, 其正确的配制是 ( $M_{\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}}=136.1 \text{ g/mol}$ ,  $K_a=1.8\times 10^{-5}$ ) \_\_\_\_\_。
- A. 将 49 g  $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解, 再加入 50 mL 2.0 mol/L  $\text{HAc}$  溶液, 用水稀释至 1 L  
B. 将 98 g  $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解, 再加入 50 mL 2.0 mol/L  $\text{HAc}$  溶液, 用水稀释至 1 L  
C. 将 25 g  $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解, 再加入 100 mL 2.0 mol/L  $\text{HAc}$  溶液, 用水稀释至 1 L  
D. 将 49 g  $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  放入少量水中溶解, 再加入 100 mL 2.0 mol/L  $\text{HAc}$  溶液, 用水稀释至 1 L
14.  $\text{NaOH}$  滴定  $\text{H}_3\text{PO}_4$  以酚酞为指示剂, 终点时生成\_\_\_\_\_ ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ :  $K_{a1}=6.9\times 10^{-3}$ ,  $K_{a2}=6.2\times 10^{-8}$ ,  $K_{a3}=4.8\times 10^{-13}$ )。
- A.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$       B.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$   
C.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$       D.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4+\text{Na}_2\text{HPO}_4$
15. 用  $\text{NaOH}$  溶液滴定下列\_\_\_\_\_多元酸时, 会出现两个 pH 值突跃。
- A.  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ( $K_{a1}=1.3\times 10^{-2}$ ,  $K_{a2}=6.3\times 10^{-8}$ )      B.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ( $K_{a1}=4.2\times 10^{-7}$ ,  $K_{a2}=5.6\times 10^{-11}$ )  
C.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $K_{a1}\geq 1$ ,  $K_{a2}=1.2\times 10^{-2}$ )      D.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ( $K_{a1}=5.9\times 10^{-2}$ ,  $K_{a2}=6.4\times 10^{-5}$ )
16. 用酸碱滴定法测定工业醋酸中的乙酸含量, 应选择的指示剂是\_\_\_\_\_。
- A. 酚酞      B. 甲基橙      C. 甲基红      D. 甲基红-次甲基蓝
17. 已知邻苯二甲酸氢钾 (用 KHP 表示) 的摩尔质量为 204.2 g/mol, 用它来标定 0.1mol/L 的  $\text{NaOH}$  溶液, 宜称取 KHP 质量为\_\_\_\_\_。
- A. 0.25 g 左右      B. 1 g 左右      C. 0.6 g 左右      D. 0.1 g 左右
18.  $\text{HAc}$ - $\text{NaAc}$  缓冲溶液 pH 值的计算公式为\_\_\_\_\_。
- A.  $[\text{H}^+]=\sqrt{K_{\text{HAc}}\cdot c(\text{HAc})}$       B.  $[\text{H}^+]=K_{\text{HAc}}\cdot \frac{c(\text{HAc})}{c(\text{NaAc})}$   
C.  $[\text{H}^+]=\sqrt{K_{a1}\cdot K_{a2}}$       D.  $[\text{H}^+]=c(\text{HAc})$
19. 双指示剂法测混合碱, 加入酚酞指示剂时, 消耗  $\text{HCl}$  标准滴定溶液体积为 15.20 mL; 加入甲基橙作指示剂, 继续滴定又消耗了  $\text{HCl}$  标准溶液 25.72 mL, 那么溶液中存在\_\_\_\_\_。

- A.  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$   
 C.  $\text{NaHCO}_3$  D.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
20. 双指示剂法测混合碱, 加入酚酞指示剂时, 消耗  $\text{HCl}$  标准滴定溶液体积为 18.00 mL; 加入甲基橙作指示剂, 继续滴定又消耗了  $\text{HCl}$  标准溶液 14.98 mL, 那么溶液中存在\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$   
 C.  $\text{NaHCO}_3$  D.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
21. 下列各组物质按等物质的量混合配成溶液后, 其中不是缓冲溶液的是\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  B.  $\text{NaCl}$  和  $\text{NaOH}$   
 C.  $\text{NH}_3$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  D.  $\text{HAc}$  和  $\text{NaAc}$
22. 在  $\text{HCl}$  滴定  $\text{NaOH}$  时, 一般选择甲基橙而不是酚酞作为指示剂, 主要是由于\_\_\_\_\_。
- A. 甲基橙水溶液好 B. 甲基橙终点  $\text{CO}_2$  影响小  
 C. 甲基橙变色范围较狭窄 D. 甲基橙是双色指示剂
23. 用物质的量浓度相同的  $\text{NaOH}$  和  $\text{KMnO}_4$  两溶液分别滴定相同质量的  $\text{KHC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。滴定消耗的两种溶液的体积 ( $V$ ) 关系是\_\_\_\_\_。
- A.  $V_{\text{NaOH}} = V_{\text{KMnO}_4}$  B.  $3 V_{\text{NaOH}} = 4 V_{\text{KMnO}_4}$   
 C.  $4 \times 5 V_{\text{NaOH}} = 3 V_{\text{KMnO}_4}$  D.  $4 V_{\text{NaOH}} = 5 \times 3 V_{\text{KMnO}_4}$
24. 既可用来标定  $\text{NaOH}$  溶液, 也可用作标定  $\text{KMnO}_4$  的物质为\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  B.  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  C.  $\text{HCl}$  D.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
25. 下列阴离子的水溶液, 若浓度(单位:  $\text{mol/L}$ )相同, 则何者碱性最强?\_\_\_\_\_
- A.  $\text{CN}^- (K_{\text{HCN}} = 6.2 \times 10^{-10})$  B.  $\text{S}^{2-} (K_{\text{HS}^-} = 7.1 \times 10^{-15}, K_{\text{H}_2\text{S}} = 1.3 \times 10^{-7})$   
 C.  $\text{F}^- (K_{\text{HF}} = 3.5 \times 10^{-4})$  D.  $\text{CH}_3\text{COO}^- (K_{\text{HAc}} = 1.8 \times 10^{-5})$
26. 以甲基橙为指示剂标定含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的  $\text{NaOH}$  标准溶液, 用该标准溶液滴定某酸以酚酞为指示剂, 则测定结果\_\_\_\_\_。
- A. 偏高 B. 偏低 C. 不变 D. 无法确定
27. 用 0.100 0  $\text{mol/L}$   $\text{NaOH}$  标准溶液滴定同浓度的  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ( $K_{\text{a}1} = 5.9 \times 10^{-2}$ ,  $K_{\text{a}2} = 6.4 \times 10^{-5}$ ) 时, 有几个滴定突跃? 应选用何种指示剂? \_\_\_\_\_
- A. 二个突跃, 甲基橙 ( $\text{p}K_{\text{HIn}} = 3.40$ ) B. 二个突跃, 甲基红 ( $\text{p}K_{\text{HIn}} = 5.00$ )  
 C. 一个突跃, 溴百里酚蓝 ( $\text{p}K_{\text{HIn}} = 7.30$ ) D. 一个突跃, 酚酞 ( $\text{p}K_{\text{HIn}} = 9.10$ )
28.  $\text{NaOH}$  溶液标签浓度为 0.300  $\text{mol/L}$ , 该溶液从空气中吸收了少量的  $\text{CO}_2$ , 现以酚酞为指示剂, 用标准  $\text{HCl}$  溶液标定, 标定结果比标签浓度\_\_\_\_\_。
- A. 高 B. 低 C. 不变 D. 无法确定

## 三、填空题

1. 酸碱给出和获得质子的能力用 ( ) 来表示。
2. 水作为溶剂时, 有时能给出质子作为酸, 有时能接受质子作为碱, 这种既能作为酸又能作为碱的物质称为 ( )。
3. 酸碱反应的实质就是 ( ) 的转移过程。
4. 酸碱指示剂的理论变色范围的  $\text{pH} = ( )$ ; 理论变色点的  $\text{pH} = ( )$ 。
5. 水中的碱度来源于三类物质: 强碱、( ) 和 ( )。

## 四、判断题

- ( ) 1. 根据酸碱质子理论, 只要能给出质子的物质就是酸, 只要能接受质子的物质就是碱。
- ( ) 2. 酸碱滴定中有时需要用颜色变化明显的变色范围较窄的指示剂即混合指示剂。
- ( ) 3. 配制酸碱标准溶液时, 用吸量管量取  $\text{HCl}$ , 用台秤称取  $\text{NaOH}$ 。
- ( ) 4. 酚酞和甲基橙都有可用于强碱滴定弱酸的指示剂。
- ( ) 5. 缓冲溶液在任何  $\text{pH}$  值条件下都能起缓冲作用。
- ( ) 6. 双指示剂就是混合指示剂。
- ( ) 7. 滴定管属于量出式容量仪器。
- ( ) 8. 盐酸标准滴定溶液可用精制的草酸标定。
- ( ) 9.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的两步离解常数为  $K_{a1}=5.6\times 10^{-2}$ 、 $K_{a2}=5.1\times 10^{-5}$ , 因此不能分步滴定。
- ( ) 10. 以硼砂标定盐酸溶液时, 硼砂的基本单元是  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。
- ( ) 11. 酸效应曲线的作用就是查找各种金属离子所需的滴定最低酸度。
- ( ) 12. 用  $\text{NaOH}$  标准溶液标定  $\text{HCl}$  溶液浓度时, 以酚酞作指示剂, 若  $\text{NaOH}$  溶液因贮存不当吸收了  $\text{CO}_2$ , 则测定结果偏高。
- ( ) 13. 酸碱滴定法测定分子量较大的难溶于水的羧酸时, 可采用中性乙醇为溶剂。
- ( ) 14.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  是二元酸, 因此用  $\text{NaOH}$  滴定有两个突跃。
- ( ) 15. 双指示剂法测定混合碱含量, 已知试样消耗标准滴定溶液盐酸的体积  $V_1 > V_2$ , 则混合碱的组成为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$ 。
- ( ) 16. 盐酸和硼酸都可以用  $\text{NaOH}$  标准溶液直接滴定。
- ( ) 17. 强酸滴定弱碱达到化学计量点时  $\text{pH} > 7$ 。
- ( ) 18. 常用的酸碱指示剂, 大多是弱酸或弱碱, 所以滴加指示剂的多少及时间的早晚不会影响分析结果。
- ( ) 19.  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  法测定硅酸盐中硅的含量, 滴定时, 应选择酚酞作指示剂。
- ( ) 20. 用因保存不当而部分分化的基准试剂  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  标定  $\text{NaOH}$  溶液的浓度时, 结果偏高; 若用此  $\text{NaOH}$  溶液测定某有机酸的摩尔质量时则结果偏低。
- ( ) 21. 用因吸潮带有少量湿存水的基准试剂  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  标定  $\text{HCl}$  溶液的浓度时, 结果偏高; 若用此  $\text{HCl}$  溶液测定某有机碱的摩尔质量时结果也偏高。

## 五、简答题

1. 指示剂选择的原则是什么?
2. 什么是理论终点? 什么是滴定终点?
3. 分别滴定法和连续滴定法测定含  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  混合碱度时, 如何计算其总碱度和分碱度? 写出对应的计算式。
4. 以  $\text{HAc}-\text{NaAc}$  缓冲溶液为例, 说明缓冲溶液的作用原理。
5. 酸碱指示剂的作用原理是什么?
6. 什么是酸碱滴定中的  $\text{pH}$  值突跃范围? 影响突跃范围大小的因素有哪些?
7. 指示剂变色范围的表达式及其含义是什么?
8. 为什么用  $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$  溶液滴定  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}$  溶液用酚酞指示剂, 而不用甲基橙, 在用  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}$  溶液滴定  $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$  溶液时用甲基橙指示剂而不用酚酞?

## 六、计算题

1. 已知  $0.1000 \text{ mol/L}$  HB 溶液的  $\text{pH}=3$ , 计算 NaB 溶液的  $\text{pH}$  值。
2. 计算  $0.05 \text{ mol/L}$  的  $\text{NaHCO}_3$  溶液的  $\text{pH}$  值。
3. 用  $\text{NaOH}$  ( $0.1000 \text{ mol/L}$ ) 滴定  $\text{HA}$  ( $0.1000 \text{ mol/L}$ ,  $K_a=10^{-6}$ ), 试计算化学计量点的  $\text{pH}$  值。
4. 计算  $0.3 \text{ mol/L}$  的  $\text{HAc}$  与  $0.1 \text{ mol/L}$  的  $\text{NaOH}$  等体积混合后的  $\text{pH}$  值。
5.  $1 \text{ L}$  溶液中含有  $0.1 \text{ mol/L}$  的  $\text{HCl}$ 、 $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  的  $\text{H}_2\text{CO}_3$  和  $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  的  $\text{HAc}$  (乙酸)。计算该溶液的  $\text{pH}$  值及  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Ac}^-$  的平衡浓度。
6.  $10 \text{ mL}$   $0.20 \text{ mol/L}$   $\text{HCl}$  溶液与  $10 \text{ mL}$   $0.50 \text{ mol/L}$   $\text{HCOONa}$  和  $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$   $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液混合, 计算溶液中的  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 。 $\text{HCOOH}$  的  $K_a=1.8 \times 10^{-4}$ ,  $\text{p}K_a=3.74$ ;  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的  $\text{p}K_{a1}=1.25$ ,  $\text{p}K_{a2}=4.29$ 。
7. 计算饱和酒石酸氢钾 ( $0.034 \text{ mol/L}$ ) 标准缓冲溶液的  $\text{pH}$  值。酒石酸  $K_{a1}=9.1 \times 10^{-4}$ ,  $K_{a2}=4.3 \times 10^{-5}$ 。
8.  $0.1000 \text{ mol/L}$   $\text{NaOH}$  滴定  $0.1000 \text{ mol/L}$   $\text{HCl}$  以及  $0.2000 \text{ mol/L}$   $\text{H}_3\text{BO}_3$  混合溶液, 求  $\text{sp}$  时  $\text{pH}$  值; 若  $\text{ep}$  时的  $\text{pH}$  值比  $\text{sp}$  时高  $0.5 \text{ pH}$  单位, 求  $E_t$  (已知  $\text{H}_3\text{BO}_3$  的  $K_a=5.4 \times 10^{-10}$ )。
9. 在  $20.00 \text{ mL}$   $0.1000 \text{ mol/L}$   $\text{HA}$  ( $K_a=10^{-7.00}$ ) 溶液中, 加入  $0.1000 \text{ mol/L}$  的  $\text{NaOH}$   $20.04 \text{ mL}$  (此为滴定到化学计量点后的  $0.2\%$ ), 计算溶液的  $\text{pH}$  值。
10. 要配制  $200 \text{ mL}$   $\text{pH}=9.35$   $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$  缓冲溶液, 并且向该溶液在加入  $1 \text{ mmol}$  的  $\text{HCl}$  或  $\text{NaOH}$  时,  $\text{pH}$  值的变化不大于  $0.12$  单位, 需用多少克和多少毫升的  $1.0 \text{ mol/L}$  的氨水? ( $\text{p}K_a=9.25$ )
11.  $25.00 \text{ mL}$   $0.400 \text{ mol/L}$  的  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液与  $30.00 \text{ mL}$   $0.500 \text{ mol/L}$  的  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  溶液混合, 稀释至  $100 \text{ mL}$ 。(1) 计算  $\text{pH}$  值和缓冲容量  $\beta$ 。(2) 取上述溶液  $25.00 \text{ mL}$ , 问需加入多少毫升  $1.00 \text{ mol/L}$   $\text{NaOH}$  溶液, 才能使溶液的  $\text{pH}=9$ ? (3) 如果  $60.00 \text{ mL}$   $0.400 \text{ mol/L}$   $\text{H}_3\text{PO}_4$  与  $12.00 \text{ mL}$   $0.500 \text{ mol/L}$   $\text{Na}_3\text{PO}_4$  混合,  $\text{pH}$  值又是多少? ( $\text{p}K_{a1}=2.12$ ,  $\text{p}K_{a2}=7.23$ ,  $\text{p}K_{a3}=12.36$ )
12. 设计测定含有中性杂质的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  混合物中两组分的含量的分析方案。用简单流程表明主要步骤、滴定剂、指示剂及结果计算公式。(  $\text{H}_2\text{CO}_3$ :  $\text{p}K_{a1}=6.38$ ,  $\text{p}K_{a2}=10.25$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :  $\text{p}K_{a1}=2.12$ ,  $\text{p}K_{a2}=7.20$ ,  $\text{p}K_{a3}=12.36$ )
13. 欲配制  $\text{pH}$  值为  $3.0$  和  $4.0$  的  $\text{HCOOH-HCOONa}$  缓冲溶液, 应分别往  $200 \text{ mL}$   $0.20 \text{ mol/L}$   $\text{HCOOH}$  溶液中加入多少毫升  $1.0 \text{ mol/L}$   $\text{NaOH}$  溶液?
14. 用  $0.10 \text{ mol/L}$   $\text{NaOH}$  滴定  $0.10 \text{ mol/L}$   $\text{HAc}$  至  $\text{pH}=8.00$ , 计算终点误差。

## 第四节 络合滴定法

## (一) 基本要求

掌握络合物的稳定常数及溶液中各级络合物的分布系数的概念; 掌握 EDTA 的离解平衡及 EDTA 与金属离子反应的特点; 掌握酸效应系数、条件稳定常数的意义及计算方法、络合反应的完全程度; 掌握络合滴定突跃的计算方法、影响滴定突跃的因素、混合离子连续滴定的方法和原理。了解金属指示剂的作用原理和几种常用的金属指示剂、指示剂的封闭现象、僵化现象及预防措施。

## (二) 习题

## 一、名词解释

- |          |         |         |
|----------|---------|---------|
| 1. 配位数   | 2. 螯合物  | 3. 酸效应  |
| 4. 置换滴定法 | 5. 暂时硬度 | 6. 永久硬度 |

## 二、选择题

1. 直接与金属离子配位的 EDTA 型体为\_\_\_\_\_。

- A.  $H_6Y^{2+}$                       B.  $H_4Y$                       C.  $H_2Y^{2-}$                       D.  $Y^{4-}$

2. 一般情况下, EDTA 与金属离子形成的络合物的络合比是\_\_\_\_\_。

- A. 1:1                      B. 2:1                      C. 1:3                      D. 1:2

3. 铝盐药物的测定常用配位滴定法。加入过量 EDTA, 加热煮沸片刻后, 再用标准锌溶液滴定。该滴定方式是\_\_\_\_\_。

- A. 直接滴定法                      B. 置换滴定法  
C. 返滴定法                      D. 间接滴定法

4.  $\alpha_{M(L)}=1$  表示\_\_\_\_\_。

- A. M 与 L 没有副反应                      B. M 与 L 的副反应相当严重  
C. M 的副反应较小                      D.  $[M]=[L]$

5. 以下表达式中正确的是\_\_\_\_\_。

- A.  $K'_{MY} = \frac{c_{MY}}{c_M c_Y}$                       B.  $K'_{MY} = \frac{[MY]}{[M][Y]}$   
C.  $K_{MY} = \frac{[MY]}{[M][Y]}$                       D.  $K_{MY} = \frac{[M][Y]}{[MY]}$

6. 用 EDTA 直接滴定有色金属离子 M, 终点所呈现的颜色是\_\_\_\_\_。

- A. 游离指示剂的颜色                      B. EDTA-M 络合物的颜色  
C. 指示剂-M 络合物的颜色                      D. 上述 A+B 的混合色

7. 配位滴定中, 指示剂的封闭现象是由\_\_\_\_\_引起的。

- A. 指示剂与金属离子生成的络合物不稳定  
B. 被测溶液的酸度过高  
C. 指示剂与金属离子生成的络合物稳定性小于 MY 的稳定性  
D. 指示剂与金属离子生成的络合物稳定性大于 MY 的稳定性

8. 下列叙述中错误的是\_\_\_\_\_。

- A. 酸效应使络合物的稳定性降低                      B. 共存离子使络合物的稳定性降低  
C. 配位效应使络合物的稳定性降低                      D. 各种副反应均使络合物的稳定性降低

9. 用  $Zn^{2+}$  标准溶液标定 EDTA 时, 体系中加入六次甲基四胺的目的是\_\_\_\_\_。

- A. 中和过多的酸                      B. 调节 pH 值  
C. 控制溶液的酸度                      D. 起掩蔽作用

10. 在配位滴定中, 直接滴定法的条件包括\_\_\_\_\_。

- A.  $\lg c \cdot K'_{MY} \leq 8$                       B. 溶液中无干扰离子

- C. 有变色敏锐无封闭作用的指示剂      D. 反应在酸性溶液中进行
11. 测定水中钙硬度时,  $\text{Mg}^{2+}$  的干扰用的是\_\_\_\_\_消除的。
- A. 控制酸度法      B. 配位掩蔽法      C. 氧化还原掩蔽法      D. 沉淀掩蔽法
12. 配位滴定中加入缓冲溶液的原因是\_\_\_\_\_。
- A. EDTA 配位能力与酸度有关      B. 金属指示剂有其使用的酸度范围
- C. EDTA 与金属离子反应过程中会释放出  $\text{H}^+$       D.  $K'_{\text{MY}}$  会随酸度改变而改变
13. 产生金属指示剂的僵化现象是因为\_\_\_\_\_。
- A. 指示剂不稳定      B.  $\text{MIn}$  溶解度小      C.  $K'_{\text{MIn}} < K'_{\text{MY}}$       D.  $K'_{\text{MIn}} > K'_{\text{MY}}$
14. 已知  $M_{\text{ZnO}} = 81.38 \text{ g/mol}$ , 用它来标定  $0.02 \text{ mol}$  的 EDTA 溶液, 宜称取  $\text{ZnO}$  为\_\_\_\_\_。
- A.  $4 \text{ g}$       B.  $1 \text{ g}$       C.  $0.4 \text{ g}$       D.  $0.04 \text{ g}$
15. 某溶液主要含有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  及少量  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ , 今在  $\text{pH}=10$  时加入三乙醇胺后, 用 EDTA 滴定, 用铬黑 T 为指示剂, 则测出的是\_\_\_\_\_。
- A.  $\text{Mg}^{2+}$  的含量      B.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的含量
- C.  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的含量      D.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的含量

## 三、填空题

1. 金属离子与配位体通过( )键形成的化合物称为络合物, 络合物中的金属离子称为( ), 与中心离子结合的阴离子称为( )。
2. 一般情况下水溶液中的 EDTA 总是以( )等( )种型体存在, 其中以( )与金属离子形成的络合物最稳定, 但仅在  $\text{pH}$  值在( )范围时 EDTA 才主要以此种型体存在。
3. 除个别金属离子外, EDTA 与金属离子形成络合物时, 络合比都是( )。
4. 络合滴定的方式有四种: ( )、( )、( )和( )。

## 四、判断题

- ( ) 1. 金属指示剂是指示金属离子浓度变化的指示剂。
- ( ) 2. 造成金属指示剂封闭的原因是指示剂本身不稳定。
- ( ) 3. EDTA 滴定某金属离子有一允许的最高酸度 ( $\text{pH}$  值), 溶液的  $\text{pH}$  值再增大就不能准确滴定该金属离子了。
- ( ) 4. 用 EDTA 配位滴定法测水泥中氧化镁含量时, 不用测钙镁总量。
- ( ) 5. 金属指示剂的僵化现象是指滴定时终点没有出现。
- ( ) 6. 在配位滴定中, 若溶液的  $\text{pH}$  值高于滴定 M 的最小  $\text{pH}$  值, 则无法准确滴定。
- ( ) 7. EDTA 酸效应系数  $\alpha_{\text{Y}(\text{H})}$  随溶液中  $\text{pH}$  值变化而变化;  $\text{pH}$  值低, 则  $\alpha_{\text{Y}(\text{H})}$  值高, 对配位滴定有利。
- ( ) 8. 络合滴定中, 溶液的最佳酸度范围是由 EDTA 决定的。
- ( ) 9. 铬黑 T 指示剂在  $\text{pH}=7\sim 11$  范围使用, 其目的是为了减少干扰离子的影响。
- ( ) 10. 滴定  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  总量时要控制  $\text{pH}\approx 10$ , 而滴定  $\text{Ca}^{2+}$  分量时要控制  $\text{pH}$  值为  $12\sim 13$ , 若  $\text{pH}>13$  时测  $\text{Ca}^{2+}$  则无法确定终点。

## 五、简答题

1. 络合滴定法除了满足一般滴定分析基本要求外, 还要满足哪两个条件?
2. 络合物稳定常数的表达式是什么? 它与解离常数的关系是什么?

3. 络合滴定中, 金属指示剂应具备什么条件?
4. 提高络合滴定选择性的方法有哪两种?
5. EDTA 与金属离子形成的配合物有什么特点?
6. 为什么说 EDTA 在碱性条件下配位能力强?
7. 什么是酸效应系数? 酸效应系数与介质的 pH 值有什么关系? 酸效应系数的大小说明了什么问题?
8. 什么是配合物的条件稳定常数和配位反应的副反应系数, 它们之间的关系如何?
9. 表观稳定常数( $K'_{\text{稳}}$ )与稳定常数( $K_{\text{稳}}$ )有什么联系与区别?
10. 配位滴定时为什么要控制 pH 值, 怎样控制 pH 值?
11. 如何确定准确配位滴定某金属离子的 pH 值范围?
12. 已知  $\lg K_{\text{MY}}=16$ ,  $\lg K_{\text{NY}}=9$ , 如何控制 pH 值, 准确地分别滴定 M 离子和 N 离子?
13. 配位滴定中金属指示剂如何指示终点?
14. 配位滴定中怎样消除其他离子的干扰而准确滴定?
15. 什么是酸效应曲线图, 有什么应用?

## 六、计算题

1. 计算  $\text{pH}=5$  时, EDTA 的酸效应系数及对数值, 若此时 EDTA 各种型体总浓度为  $0.02 \text{ mol/L}$ , 求  $c(\text{Y}^{4-})$ 。
2. 在  $0.10 \text{ mol/L}$  的  $\text{Al}^{3+}$  溶液中, 加入 F 形成  $\text{AlF}_6^{3-}$ , 如反应达平衡后, 溶液中的 F 浓度为  $0.01 \text{ mol/L}$ , 求游离  $\text{Al}^{3+}$  的浓度?
3. 在  $\text{pH}=11.0$  的  $\text{Zn}^{2+}$ -氨溶液中,  $c(\text{NH}_3)=0.10 \text{ mol/L}$ , 求  $\alpha_{\text{M}}$ 。
4. 计算  $\text{pH}=2$  和  $\text{pH}=5$  时,  $\text{ZnY}$  的条件稳定常数。
5. 计算  $\text{pH}=5$  的  $0.1 \text{ mol/L}$  的  $\text{AlF}_6^{3-}$  溶液中, 含有  $0.01 \text{ mol/L}$  游离 F 时,  $\text{AlY}$  的条件稳定常数。
6. EBT 为有机弱酸, 其  $K_{\text{a}1}=10^{-6.3}$ ,  $K_{\text{a}2}=10^{-11.6}$ ,  $\text{Mg-EBT}$  络合物的稳定常数  $K_{\text{Mg-EBT}}=10^{7.0}$ ,  $\text{Mg-EDTA}$  的稳定常数  $K_{\text{Mg-EDTA}}=10^{8.64}$ 。当  $\text{pH}=10.0$  时:
  - (1) 求  $\text{Mg-EBT}$  络合物的条件稳定常数?
  - (2) 用方程式表明 EDTA 滴定镁时, 铬黑 T 指示剂的作用原理。
7. 铬黑 T 与  $\text{Mg}^{2+}$  的配合物的  $\lg K_{\text{MgIn}}$  为 7.0, 铬黑 T 的累计常数的对数值为  $\lg \beta_1=11.6$  和  $\lg \beta_2=17.9$ , 试计算  $\text{pH}=10.0$  时铬黑 T 的  $\text{pMg}_t$  值。
8. 在 pH 值 10.0 的氨性溶液中, 用  $0.020 \text{ mol/L}$  的 EDTA 滴定同样浓度的  $\text{Mg}^{2+}$ , 计算以铬黑 T 为指示剂滴定到变色点  $\text{pMg}_t$  时的 TE% 为多少?
9. 为什么以 EDTA 滴定  $\text{Mg}^{2+}$  时, 通常在  $\text{pH}=10$  而不是在  $\text{pH}=5$  的溶液中进行; 但滴定  $\text{Zn}^{2+}$  时, 则可以在  $\text{pH}=5$  的溶液中进行? (设 SP 时金属离子的浓度皆为  $0.01 \text{ mol/L}$ )
10. 假设  $\text{Mg}^{2+}$  和 EDTA 的浓度皆为  $0.01 \text{ mol/L}$ , 在  $\text{pH}=6$  时条件稳定常数  $K'_{\text{MY}}$  为多少? 说明此 pH 值条件下能否用 EDTA 标准准确滴定  $\text{Mg}^{2+}$ ? 若不能滴定, 求其允许的最低酸度?
11. 称取  $0.1005 \text{ g}$  纯的  $\text{CaCO}_3$ , 溶解后配成  $100 \text{ mL}$  溶液, 吸取  $25.00 \text{ mL}$ , 在  $\text{pH}>12$  时, 以钙指示剂指示终点, 用 EDTA 标准溶液滴定, 消耗  $24.90 \text{ mL}$ , 计算:
  - (1) EDTA 的浓度;
  - (2) 每毫升 EDTA 溶液相当于  $\text{ZnO}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的克数。