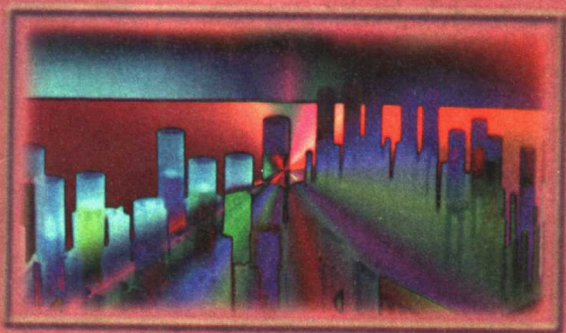


中等专业学校教学用书

分析化学 例题与习题

河北化工学校 合编 辛述元 主编
新疆化工学校



化学工业出版社



中等专业学校教学用书

分析化学例题与习题

河北化工学校 合编
新疆化工学校
辛述元 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学例题与习题/辛述元主编. -北京:化学工业出版社, 1997

中等专业学校教学用书

ISBN 7-5025-1688-3

I. 分… I. 辛… II. 分析化学-习题-专业学校-
教学参考资料 N. 065-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 16244 号

出版发行: 化学工业出版社(北京市朝阳区惠新里 3 号)

社长: 俸培宗 总编辑: 蔡剑秋

发 行: 新华书店北京发行所

印 刷: 北京市燕山联营印刷厂

装 订: 三河市新集装订厂

版 次: 1996 年 11 月第 1 版

印 次: 1996 年 11 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 8 1/4

字 数: 236 千字

印 数: 1—5000

定 价: 9.50 元

前 言

本书系根据全国化工中等专业学校教学指导委员会 1996 年制定的《分析化学教学大纲》、《分析化学实验教学大纲》的基本要求编写的，与化工中专教材《分析化学》和《分析化学实验》（化学工业出版社，1995）配套使用。

书中包括定性分析、定量分析和化学分离法三部分，各章均由概述、例题、填充题、选择题、计算题及综合题组成。其主要内容侧重基本理论知识的巩固，基本能力的培养和知识技能的灵活运用。各类习题力求充实、新颖，覆盖面广，深浅适宜，切合实际，并富有启发性。参照最新国家标准和多方面的意见，本书对上述教材的某些内容进行了适当的补充和修正。

本书由河北化工学校辛述元、王萍和新疆化工学校杨新星分工编写。初稿完成后，在化工中专教学指导委员会的组织下，召开了审稿会。参加审稿的老师有：新疆化工学校刘德生、徐州化工学校顾明华、陕西化工学校刘阜瑛、彭斯容、天津化工学校贾定本、山东化工学校何云华、王瑞芬以及新疆化工学校刘蓉、孟世瑞等，他们的真知灼见为本书增辉甚多。此外，陕西化工学校为本书的编写鼎力相助，吉林化工学校李楚芝也提供了宝贵的书面意见，在此同时致以诚挚的谢忱。

全书由辛述元统一修改定稿，由刘德生担任主审。

限于编者学识水平，书中难免存在不妥之处，谨期待着兄弟学校师生与读者批评指教。

编者

1996 年 5 月

目 录

第一章 定性分析概论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 例题	(1)
1.3 填充题	(2)
1.4 选择题	(6)
1.5 计算题	(12)
第二章 阳离子分析	(14)
2.1 概述	(14)
2.2 例题	(16)
2.3 填充题	(18)
2.4 选择题	(22)
2.5 计算题	(31)
2.6 综合题	(32)
第三章 阴离子及一般物质分析	(33)
3.1 概述	(33)
3.2 填充题	(34)
3.3 选择题	(37)
第四章 分析误差和数据处理	(43)
4.1 概述	(43)
4.2 例题	(45)
4.3 填充题	(47)
4.4 选择题	(50)
4.5 计算题	(55)
第五章 定量分析仪器及其基本操作	(59)
5.1 概述	(59)
5.2 例题	(61)
5.3 填充题	(62)

5.4	选择题	(66)
5.5	计算题	(72)
第六章	滴定分析概论	(75)
6.1	概述	(75)
6.2	例题	(78)
6.3	填充题	(82)
6.4	选择题	(85)
6.5	计算题	(90)
第七章	酸碱滴定法	(96)
7.1	概述	(96)
7.2	例题	(98)
7.3	填充题	(105)
7.4	选择题	(108)
7.5	计算题	(116)
第八章	配位滴定法	(120)
8.1	概述	(120)
8.2	例题	(121)
8.3	填充题	(123)
8.4	选择题	(126)
8.5	计算题	(133)
第九章	氧化还原滴定法	(138)
9.1	概述	(138)
9.2	例题	(139)
9.3	填充题	(143)
9.4	选择题	(147)
9.5	计算题	(154)
第十章	沉淀滴定法	(161)
10.1	概述	(161)
10.2	例题	(161)
10.3	填充题	(164)
10.4	选择题	(166)
10.5	计算题	(171)
第十一章	称量分析法	(176)

11.1 概述	(176)
11.2 例题	(178)
11.3 填充题	(181)
11.4 选择题	(184)
11.5 计算题	(190)
11.6 综合题	(192)
第十二章 常用化学分离法	(194)
12.1 概述	(194)
12.2 例题	(194)
12.3 填充题	(196)
12.4 选择题	(200)
12.5 计算题	(206)
答案	(210)
附录	(246)
一、难溶化合物的溶度积 K_{sp} (18~25℃)	(246)
二、置信因数 t 值	(247)
三、取舍可疑数据的 Q 值	(248)
四、离子的活度系数 γ 值	(248)
五、弱酸和弱碱在水中的离解常数 (25℃)	(249)
六、常见金属离子与 EDTA 配合物的 $\lg K_{MY}$ 值 (25℃)	(250)
七、EDTA 的酸效应系数 $\lg \alpha_{Y(H)}$ 值	(250)
八、标准电极电位及条件电极电位 (18~25℃)	(251)
九、不同温度时水的 r 值表观密度 ρ_w	(253)
十、相对分子质量 M_r	(253)
十一、相对原子质量 A_r	(255)

第一章 定性分析概论

1.1 概 述

无机定性分析的任务是鉴定物质的组成元素或离子，鉴定反应可分为干法反应与湿法反应，其中以湿法反应应用最广泛。鉴定反应应具有明显的外部特征，这些外部特征主要是：溶液颜色的改变、沉淀的生成或溶解及气体的生成。在鉴定反应中，较重要的反应条件有：反应离子的浓度；溶液的酸度与温度；溶剂、干扰组分及催化剂的影响等。

选择鉴定反应时，应在灵敏度满足要求的条件下，尽量采用选择性高的反应。反应的灵敏度须用检出限量 m 与最低浓度 c 两个量同时表示，二者的关系是：

$$m(\mu\text{g}) = c(\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}) \times V(\text{mL})$$

进行离子鉴定时，为防止过度检出与漏检，常常还要进行空白试验与对照试验。

阳离子分析多采用系统分析法，也兼用一些分别分析法。阳离子硫化氢系统分组法系据其硫化物溶解度的差异，以 HCl 、 H_2S （或 $\text{TAA} + \text{HCl}$ ）、 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ （或 $\text{TAA} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）与 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 为组试剂将阳离子分为五组。阴离子分析多采用分别分析法，阴离子一般根据其钡盐、银盐溶解度不同分为三组。

1.2 例 题

【例1】以 K_2CrO_4 鉴定 Ag^+ ，取 $2\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的 Ag^+ 原始试液不断稀释，每次都取 1 滴即 0.05mL 进行鉴定，直至最后稀释至 50 倍时，可看到砖红色浑浊物而得到肯定结果，再稀释下去结果就难肯定了。求该鉴定反应的最低浓度和检出限量。

解: Ag^+ 原始试液浓度为 $2\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, 即 $2 \times 10^3 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 稀释 50 倍后则达到最低浓度

$$c = 2 \times 10^3 / 50 = 40 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

已知

$$V = 0.05\text{mL},$$

则

$$m = c \cdot V = 40 \times 0.05 = 2 \mu\text{g}$$

〔例 2〕 以 K_2CrO_4 鉴定 Pb^{2+} , 反应的最低浓度为 $5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 检出限量为 $0.25 \mu\text{g}$, 若 1 滴试液相当 0.05mL , 问需取几滴试液进行鉴定?

解: 所取试液的体积为

$$V = m/c = 0.25/5 = 0.05\text{mL}$$

即取 1 滴试液进行鉴定。

〔例 3〕 某 Fe^{3+} 原始试液 1.0mL , 稀释至 100mL 后取出 5.0mL , 再稀释至 100mL 以 NH_4SCN 鉴定, 仍能得肯定结果, 继续稀释下去反应则无效。已知该反应的检出限量为 $0.25 \mu\text{g}$, 鉴定时所取试液的体积为 0.05mL , 求该 Fe^{3+} 原始试液的浓度 (以 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 表示)。

解: 该鉴定反应的最低浓度为

$$c = m/V = 0.25/0.05 = 5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

原始试液稀释的倍数为

$$100 \times 100 / 5.0 = 2000 \text{ 倍}$$

原始试液的浓度为

$$5 \times 2000 = 10000 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} = 10\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$$

1.3 填 充 题

定性分析与鉴定反应

1.3.1 根据分析对象不同, 定性分析可以分为____分析与____分析; 根据分析原理和操作方法不同, 定性分析又可分为____分析与____分析。

1.3.2 定性分析的任务是_____的组分, 对于无机定性分析来说, 这些组分通常指的是_____。

1.3.3 离子鉴定反应包括____反应与____反应,用固体试样或固体试样与固体试剂直接进行的鉴定反应为____反应;在水溶液中进行的鉴定反应为____反应。

1.3.4 焰色反应是将试样置于无色灯焰中灼烧,根据____判断试样中所含的元素。进行焰色反应时,应将沾有试样的铂丝于____焰中加热。

1.3.5 熔珠反应是利用某些固体试样与____或____在高温下反应,以生成的____来推测试样中所含有的元素。

1.3.6 鉴定反应应有足够明显的外部特征,通常可以利用的外部特征主要有____、____以及____。

1.3.7 鉴定反应必须在一定的条件下进行,这些条件主要包括____、____、____及干扰组分、溶剂、催化剂的影响等。

反应的灵敏度和选择性

1.3.8 一种离子的鉴定反应非只一种,选择时主要应考虑其____与____。

1.3.9 在一定条件下,一鉴定反应所能检出某离子的最小质量称为____,通常以____为单位表示。

1.3.10 在一定条件下,一鉴定反应所能检出某离子的最小浓度称为____,通常以____为单位表示。

1.3.11 半微量定性分析所用鉴定反应的灵敏度一般为: $m = \underline{\hspace{2cm}}$, $c = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

1.3.12 如某一离子在鉴定中得到否定的结果,这只能说明此离子____,而并不能说明此离子____。

1.3.13 在一定条件下____的性质,称为反应的选择性。

1.3.14 在定性分析中,真正的特效反应几乎是不存在的,通常只能创造一定条件____,使选择性较高的反应,在____成为特效反应。

空白试验、对照试验与分别分析、系统分析

1.3.15 在定性分析中,将试剂、蒸馏水、器皿中带入的痕量杂质当作试液中存在的离子,这种现象称为_____现象;而因试剂失效或反应条件控制不当,使存在的离子未被检出的现象则称为_____现象。

1.3.16 在定性分析中,用_____代替试液,用_____的方法进行的实验称为空白试验。

1.3.17 在定性分析中,用_____代替试液,用_____的方法进行的实验称为对照试验。

1.3.18 在定性分析中,为防止_____现象可进行空白试验;为防止_____现象则可进行对照试验。

1.3.19 按一定步骤和顺序,将离子逐步分离,然后进行鉴定的方法称为_____。

1.3.20 当多种离子共存时,不进行分离,在试液中直接鉴定某种离子的方法称为_____。

1.3.21 在系统分析中,将各组离子分开的试剂叫做_____,它大都是某种_____。

1.3.22 硫化氢系统分组法是根据阳离子硫化物溶解度不同,以_____,_____和_____为组试剂,将阳离子分为_____组。

1.3.23 在阳离子硫化氢系统分组法中,Ⅰ组离子包括_____;Ⅱ组离子包括_____;Ⅲ组离子包括_____;Ⅳ组离子包括_____;Ⅴ组离子包括_____。

1.3.24 阴离子一般是按_____盐、_____盐溶解度不同,将其分为_____组。

1.3.25 阴离子Ⅰ组的离子有_____;Ⅱ组的离子有_____。

半微量定性分析操作技术

1.3.26 在定性分析中,为便于沉淀的离心沉降和分离,便于对

沉淀进行观察，定性分析反应经常是在_____中进行的；不需加热的鉴定反应则可直接在_____上进行。

1.3.27 滴管是一种用途较多的仪器，可用于_____、_____、_____及_____等操作。

1.3.28 在定性分析中，取用试剂只能使用_____滴管，而不能用其他滴管代替。手执滴管时，要保持管口_____；滴加试剂时，滴管应保持_____，且距离离心管口_____mm，试剂要直接滴到离心管_____。

1.3.29 检查沉淀是否完全时，是将沉淀离心沉降后，沿_____于上层清液中再加1滴沉淀剂，如_____，则表明沉淀完全。

1.3.30 使用电动离心机时，其套管底部应垫有_____，以防止旋转时碰破离心管。如只需处理一支离心管，则应在其_____位置放上盛有_____的另一支离心管。

1.3.31 离心机旋转的速度与离心时间取决于沉淀的_____，一般晶形沉淀转速为每分钟_____转，时间为_____min；无定形沉淀转速为每分钟_____转，时间为_____min。

1.3.32 在定性分析中，须根据沉淀的性状选择洗涤液。一般溶解度较小的晶形沉淀可以用_____；胶性沉淀宜用_____；溶解度大的沉淀则应采用_____。

1.3.33 转移沉淀时，可在沉淀上滴加几滴_____或适宜的电解质溶液，用滴管反复挤出空气搅动沉淀，随即吸入_____，再将其放入另一离心管中。

1.3.34 定性分析所用水浴锅一般可用300mL烧杯代替，其水位高度应为烧杯高度的_____，且高于_____内的液面。无论采用何种热源，均应使水保持_____状态。

1.3.35 在蒸干操作中，应在蒸至_____时及时停止加热，而利用_____蒸发至干。

1.3.36 利用离心管与下端为球形的玻璃棒或小滴管组成的验气装置进行气体的鉴定时，鉴定试剂应悬在_____或置于_____。

1.3.37 进行焰色反应时，应先用铂丝环蘸取_____，在灯焰的

_____中反复灼烧至无色。铂丝决不能置于_____焰中灼烧，以免碳化铂生成使铂丝脆化易断。

1.3.38 进行纸上点滴反应时，所用试液与试剂应先滴在_____上，以备取用；滤纸不要放在实验台上，最好_____操作；试液与试剂也_____直接滴在滤纸上，以免液滴迅速向四周流开，而不能获得纸上反应的良好效果。

1.3.39 显微结晶反应的关键是要得到晶形_____，颗粒_____的特征结晶，而这与晶体的_____关系很大。

1.3.40 使用显微镜观察结晶时，不允许在观察过程中用粗调节轮_____镜筒，以防止物镜_____。

1.4 选 择 题

定性分析与鉴定反应

1.4.1 进行定性分析是为了（ ）。

- A. 确定物质的存在状态；
- B. 确定物质中各组分的含量；
- C. 鉴定物质组成的元素或离子；
- D. 判断试样的来源；
- E. 判断试样的溶解性。

1.4.2 鉴定反应分为干法反应与湿法反应，下列反应属于干法反应的是（ ）。

- A. 在非水溶液中进行的反应；
- B. 焰色反应；
- C. 沉淀反应；
- D. 在试管中进行的反应；
- E. 熔珠反应。

1.4.3 在焰色反应中，用盐酸处理试样的目的是（ ）。

- A. 消除干扰；
- B. 使被检组分转化为挥发性较大的氯化物；
- C. 保持试样的酸性；
- D. 使灯焰的颜色变浅；

E. 防止沉淀析出。

1.4.4 熔珠反应应在 ()。

- A. 高温下进行;
- B. 常温下进行;
- C. 离心管中进行;
- D. 铜丝环上进行;
- E. 铂丝环上进行。

1.4.5 湿法反应是在 ()。

- A. 盐酸溶液中进行的;
- B. 有机溶剂中进行的;
- C. 水溶液中进行的;
- D. 氨性溶液中进行的;
- E. 中性溶液中进行的。

1.4.6 以 NH_4SCN 鉴定 Fe^{3+} 时, 所利用的外部特征是 ()。

- A. 配合物的生成;
- B. 溶液颜色的改变;
- C. 溶液酸度的变化;
- D. 沉淀的生成;
- E. 气体的产生。

1.4.7 $\text{Co}(\text{SCN})_4$ 在碱性下易分解, 在水溶液中的稳定性不高, 故以 NH_4SCN 鉴定 Co^{2+} 的条件是 ()。

- A. 溶液的体积不可过大;
- B. 加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- C. 酸性下进行反应;
- D. 加入丙酮;
- E. 加热温度不宜过高。

反应的灵敏度和选择性

1.4.8 表示鉴定反应的灵敏度应采用 ()。

- A. 检出限量;
- B. 最低浓度;
- C. 质量灵敏度;
- D. 检出限量与最低浓度;
- E. 浓度灵敏度。

1.4.9 鉴定反应对灵敏度的要求是 ()。

- A. 越高越好;
- B. m 越小越好;
- C. c 越小越好;
- D. m 尽量低, c 尽量高;
- E. 过高、过低均不适宜。

1.4.10 反应的特效性是 ()。

- A. 某试剂只能和某一离子作用, 产生特殊现象的性质;
- B. 某试剂只能和为数不多的几种离子作用, 产生相似现象的性质;
- C. 某试剂只能和某组离子作用的性质;
- D. 某离子和某试剂作用的性质;
- E. 某组离子和组试剂作用的性质。

1.4.11 在选择鉴定反应时, 要求 ()。

- A. 灵敏度高, 选择性不必高;
- B. 选择性高, 灵敏度低;
- C. 在灵敏度满足要求的条件下, 尽量采用选择性高的反应;
- D. 灵敏度、选择性均愈高愈好;
- E. 灵敏度、选择性均不必高。

1.4.12 用 NH_4SCN 鉴定 Fe^{3+} 的检出限量为 $0.25\mu\text{g}$, 用 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 鉴定 Fe^{3+} 的检出限量为 $0.05\mu\text{g}$, 因此 ()。

- A. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 法比 NH_4SCN 法好;
- B. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 比 NH_4SCN 鉴定 Fe^{3+} 的选择性好;
- C. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 比 NH_4SCN 鉴定 Fe^{3+} 的灵敏度高;
- D. NH_4SCN 比 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 鉴定 Fe^{3+} 的灵敏度高;
- E. 对灵敏度高低下结论, 数据尚不齐全。

空白试验、对照试验与分别分析、系统分析

1.4.13 在空白试验中, 代替试液的是 ()。

- A. 电解质溶液;
- B. 蒸馏水;
- C. 其他离子试液;
- D. 稀 HCl 溶液;
- E. 已知含有被鉴定离子的溶液。

1.4.14 进行对照试验的目的是 ()。

- A. 检查试剂是否失效;
- B. 防止过度检出;
- C. 检查反应条件是否控制得当;

D. 检查试剂或蒸馏水中是否含有待检离子；

E. 防止漏检。

1.4.15 在某离子鉴定时，怀疑所用蒸馏水含有待检离子，此时应（ ）。

A. 另选鉴定方法；

B. 进行对照试验；

C. 改变溶液酸度；

D. 进行空白试验；

E. 采用有机溶剂。

1.4.16 在进行某离子鉴定时未得肯定结果，如怀疑试剂已变质，应进行（ ）。

A. 重复实验；

B. 对照试验；

C. 空白试验；

D. 初步试验；

E. 灵敏性试验。

1.4.17 在分别分析中，采用的鉴定反应是（ ）。

A. 特效反应；

B. 灵敏度高的反应；

C. 快速反应；

D. 采用特殊试剂的反应；

E. 选择性较高的反应。

1.4.18 在 H_2S 系统分析中，Ⅰ组阳离子的组试剂是（ ）。

A. $H_2S(0.3mol \cdot L^{-1}HCl)$ ；

B. $(NH_4)_2S$

C. $(NH_4)_2CO_3$

D. Na_2S

E. $TAA + NH_3 \cdot H_2O$

1.4.19 下列离子组中，属于阳离子Ⅰ组的是（ ）。

A. Cu^{2+} 、 Bi^{3+} 、 Sn^{4+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} ；

B. Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Mg^{2+} ；

C. Ni^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Sb^{III} ；

D. As^{III} 、 Sn^{4+} 、 Bi^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} ；

E. Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 、 As^{III} 、 Sb^{III} 、 Hg^{2+} 。

1.4.20 阴离子Ⅰ组组试剂为（ ）。

A. 中性溶液中的 $AgNO_3$ ；

B. 弱碱性溶液中的 $AgNO_3$ ；

C. 热 HNO_3 中的 $AgNO_3$ ；

D. 冷的稀 HNO_3 中的 AgNO_3 ;

E. 浓 HNO_3 中的 AgNO_3 。

1.4.21 下列离子组中, 不属于阴离子 I 组的是 ()。

A. SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} ; B. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SO_3^{2-} ;

C. PO_4^{3-} 、 NO_3^- ; D. PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} ;

E. Cl^- 、 S^{2-} 。

半微量定性分析操作技术

1.4.22 定性分析中, 普通滴管规格是垂直滴下的液滴每滴约为 ()。

A. 0.1mL; B. 0.01mL; C. 0.05mL;

D. 0.2mL; E. 0.02mL。

1.4.23 点滴板有白色、黑色及透明的三种, 白色点滴板适用于 ()。

A. 生成白色沉淀的反应;

B. 生成浅色沉淀的反应;

C. 产生气体的反应;

D. 溶液颜色发生改变的反应;

E. 生成深色沉淀的反应。

1.4.24 离心管加热时应使用 ()。

A. 灯焰; B. 油浴; C. 砂浴;

D. 水浴; E. 空气浴。

1.4.25 在分析化学实验中, 洗涤玻璃仪器最后必须用蒸馏水淋洗 ()。

A. 1 次; B. 3 次; C. 5 次;

D. 4 次; E. 7~8 次。

1.4.26 在定性分析中, 如使用干燥的离心管, 应将其 ()。

A. 用抹布揩干; B. 放入烘箱内烘干;

C. 用电吹风吹干; D. 用力甩干;