



全析丛书

分析化学

(武大·第四版)

全析精解

吴婉娥 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是为配合武汉大学主编的《分析化学》(第四版)编写的课程学习、习题解析指导书。内容包括:内容点睛,经典例题,习题精解和补充练习题。书后还配有考试模拟题和研究生入学考试试题,并附有详细的解答。

本书可作为高等院校分析化学课程的教学参考书,也可作为备考相关专业研究生的复习资料,可供大专、成教、函授、电大、职大等学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

分析化学全析精解/吴婉娥编. —西安:西北工业大学出版社,
2004. 11

(全析丛书)

ISBN 7-5612-1839-7

I. 分… II. 吴… III. 分析化学—高等学校—教学参考资料
IV. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 096197 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029-88493844

网 址:www.nwpup.com

印刷者:陕西向阳印务有限公司

开 本:850mm×1 168mm 1/32

印 张:11.875

字 数:303 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

定 价:18.00 元

分析化学是化学专业、应用化学专业以及化工专业的一门重要基础课。根据目前教学改革的发展趋势,以武汉大学主编、高等教育出版社出版的面向 21 世纪课程教材《分析化学》(第四版)为模板,结合编者多年的教学实践经验,编写了本参考书。

本书各章均有知识要点,便于学生抓住重点和难点,以期用较少的篇幅帮助广大读者(本科生、专科生、函授生、自学考试等)理解和掌握分析化学的基本内容和基本理论。书中的例题和习题主要是从现行教科书中精心提炼、筛选出来的,具有典型性和代表性,内容编写由浅入深,重点突出,便于学生快速掌握课程内容。同时也期望本书对报考研究生的读者有重要的参考价值。

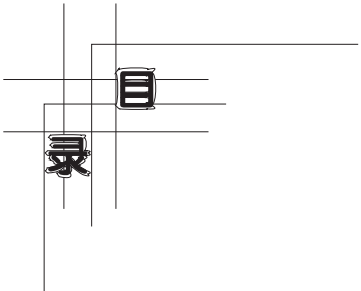
本书按照武汉大学主编的《分析化学》(第四版)的章节顺序编写,每章均设 4 个知识板块:内容点睛、经典例题、习题精解、补充练习题。内容点睛由教学大纲、知识要点、重点难点 3 部分组成。经典例题中选择了分析化学中具有代表性的例题,由分析解题入手,分析例题中包含的知识点,归纳出解题思路与方法,使读者能举一反三、触类旁通。习题精解部分给出了《分析化学》(武汉大学,第四版)各章全部习题的详细解答,

为读者学习和教师授课提供了方便。补充练习题部分精选了适量的练习题,并附有参考解答,供读者检验自己对所学知识的掌握程度。

在本书的编写过程中,得到西北工业大学出版社的大力支持和积极帮助,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平所限,难免存在错误和疏漏,甚至谬误之处,敬请各位同仁和读者不吝赐教和指正。

编 者

2004 年 7 月于西安



目 录

第 1 章 定量分析化学概论	1
1.1 内容点睛	1
1.2 经典例题	7
1.3 习题精解	15
1.4 补充练习题	29
第 2 章 酸碱平衡和酸碱滴定法	35
2.1 内容点睛	35
2.2 经典例题	49
2.3 习题精解	56
2.4 补充练习题	76
第 3 章 络合滴定法	83
3.1 内容点睛	83
3.2 经典例题	91
3.3 习题精解	100
3.4 补充练习题	120
第 4 章 氧化还原滴定法	130
4.1 内容点睛	130
4.2 经典例题	139
4.3 习题精解	150
4.4 补充练习题	170
第 5 章 重量分析法和沉淀滴定法	178
5.1 内容点睛	178
5.2 经典例题	185
5.3 习题精解	194

5.4 补充练习题	218
第6章 吸光光度法	230
6.1 内容点睛	230
6.2 经典例题	236
6.3 习题精解	244
6.4 补充练习题	256
第7章 分析化学中的数据处理	262
7.1 内容点睛	262
7.2 经典例题	268
7.3 习题精解	276
7.4 补充练习题	294
第8章 分析化学中常用的分离和富集方法	301
8.1 内容点睛	301
8.2 经典例题	307
8.3 习题精解	313
8.4 补充练习题	320
附录	327
附录一 考试模拟题	327
模拟试题(一)	327
模拟试题(一)参考解答	332
模拟试题(二)	339
模拟试题(二)参考解答	343
模拟试题(三)	345
模拟试题(三)参考解答	348
附录二 研究生入学考试试题	354
2003 年中国科学技术大学研究生入学考试分析化学试题(A)	354
2003 年中国科学技术大学研究生入学考试分析化学试题(A)参考解答	361
2003 年中国科学技术大学研究生入学考试分析化学试题(B)	365
2003 年中国科学技术大学研究生入学考试分析化学试题(B)参考解答	370

第1章

定量分析化学概论

1.1 内容点睛

一、教学要求

- (1) 了解分析化学的任务和作用,了解分析方法的分类。
- (2) 了解分析化学发展简史。
- (3) 了解定量分析的基本概念,熟练掌握分析化学中的误差概念。
- (4) 熟练掌握有效数字及其运算规则,理解滴定分析常用的几种滴定方式。

二、知识要点

1. 分析化学中分析方法

分析化学中的分析方法分类为

- 定性分析,定量分析,结构分析
- 无机分析,有机分析
- 化学分析,仪器分析
- 常量分析,半微量分析,微量分析,超微量分析
- 例行分析,仲裁分析

2. 定量分析基本过程

本书只涉及滴定分析,重量分析及吸光光度分析法等定量分析方法。定量分析过程通常包括以下步骤:

取样、试样的分解、测定、分析结果的计算。

3. 分析结果的表示方法

(1) 待测组分的化学表示形式。分析结果通常以待测组分实际存在形式的含量表示;待测组分的实际存在形式不清楚,则分析结果最好以氧化物或元素形式的含量表示;在工业分析中,有时还用所需要的组分的含量表示分析结果;电解质溶液的分析结果,常以所存在的离子的含量表示。

(2) 待测组分含量的表示方法:

① 固体试样。固体试样中待测组分的含量,通常以质量分数 w_B 表示。它表示试样中含待测物质 B 的质量 m_B 与试样的质量 m_S 之比,即

$$w_B = \frac{m_B(g)}{m_S(g)}$$

或试样 B 的百分含量 $B\% = \frac{m_B(g)}{m_S(g)} \times 100$

当待测组分含量非常低时,可采用 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} (10^{-6})$, $\text{ng} \cdot \text{g}^{-1} (10^{-9})$, $\text{pg} \cdot \text{g}^{-1} (10^{-12})$ 来表示。

② 液体试样。液体试样中待测组分含量的表示方法有以下几种:

a. 物质的量浓度:待测组分的物质的量除以试液的体积,单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

b. 质量摩尔浓度:待测组分的物质的量除以溶剂的质量,单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

c. 质量分数:待测组分的质量除以试液的质量,量纲为 1。

d. 体积分数:待测组分的体积除以试液的体积,量纲为 1。

e. 摩尔分数:待测组分的物质的量除以试液的物质的量,量纲为 1。

f. 质量浓度:单位体积中某种物质的质量,单位为: $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, $\text{ng} \cdot \text{mL}^{-1}$, $\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

③ 气体试样。气体试样中的常量组分的含量常以体积分数表

示。对于微量组分的含量常以 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ [标] 表示。[标] 为在标准状态下的体积。

4. 分析化学中的误差

(1) 概念:

① 真值(x_T): 某一物理量本身具有的客观存在的真实数值。有理论真值; 计量学约定真值; 相对真值。

② 平均值($\bar{x}$): n 次测量数据的算术平均值。

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_n) / n$$

③ 中位数(x_M): 一组测量数据按大小顺序排列, 中间一个数据即为中位数 x_M 。当测量数据为偶数时, 中位数为中间相邻两个测量值的平均值。

(2) 误差:

① 分析结果和真实值之间的差值称为误差。绝对误差 $E_a = x - x_T$, 相对误差 $E_r = E_a / x_T \times 100\%$ 。误差越小, 分析结果的准确度越高。

② 实际工作中, 常用偏差来衡量所得分析结果的精密度。偏差 $d = x - \bar{x}$; 平均偏差 $\bar{d} = (|d_1| + |d_2| + \cdots + |d_n|) / n$; 相对平均偏差为 $\bar{d} / \bar{x} \times 100\%$ 。

精密度表示各次分析结果相互接近程度, 用重现性和再现性表示不同情况下分析结果的精密度。精密度高不一定准确度高, 但准确度高则精密度高。

③ 极值(R)。测量数据中, 最大值($x_{\max}$)与最小值($x_{\min}$)之差, $R = x_{\max} - x_{\min}$; 相对极差为 $R / \bar{x} \times 100\%$ 。

④ 系统误差是由某种固定的原因所造成的, 具有重复性、单向性。系统误差的大小、正负, 在理论上说是可以测定的, 又称可测误差。

系统误差的来源:

a. 方法误差是由分析方法本身所造成的;

b. 仪器和试剂误差是由于仪器本身不够精确、试剂不纯等引

起的；

c. 操作误差是由于分析人员所掌握的分析操作与正确的分析操作有差别所引起的；

d. 主观误差是由分析人员本身的一些主观因素造成的。

⑤ 随机误差又称偶然误差，是由一些随机的偶然的原因造成的。因而偶然误差是可变的，时大时小，时正时负，故又称为不定误差。随机误差在分析操作中无法避免。

5. 有效数字及其运算规则

(1) 有效数字记录。分析数据记录时，要根据分析方法和测量仪器的精度来决定数据的有效数字位数。记录的数据中只有最后一位是可疑的。pH，pK 等对数表示的数据，其有效数字取决于小数部分数字的位数。

(2) 有效数字的修约规则。对分析数据进行处理时，要按照“四舍六入五留双”的规则合理保留各步计算中的有效数字位数。

(3) 有效数字的计算规则。分析数据计算时，对数据要先修约再计算。加减法运算中，以小数点后位数最少的（即绝对误差最大的）那个数为根据，来修约其他各个数据的位数，然后再计算。乘法运算中，以有效数字位数最少的（即相对误差最大的）那个数为根据，来修约其他各个数据的位数，然后再计算。

6. 滴定分析法概述

(1) 滴定分析法主要包括酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法及沉淀滴定法。

(2) 滴定分析对化学反应的要求，适合滴定分析的化学反应，必须具备以下条件：

- ① 化学反应有确定的化学计量关系；
- ② 化学反应应没有副反应且定量进行；
- ③ 反应速度较快；
- ④ 有合适的确定终点的方法。

(3) 滴定方式：直接滴定法，间接滴定法，返滴定法，置换滴

定法。

(4) 基准物质和标准溶液。标准溶液可用直接配制或标定法配制。直接法是准确称取一定量基准物质,溶解后配制成一定体积的溶液即可。标定法是将其配制成近似浓度的溶液,用基准物质(或已用基准物质标定过的标准溶液)标定标准溶液的准确浓度。

标定标准溶液的物质称为基准物质。作为基准物质应满足下列条件:

- ① 基准物质的组成与化学式完全相符;
- ② 有足够的纯度(质量分数在 99.9% 以上);
- ③ 有稳定的物理化学性质,且具有足够大的摩尔质量;
- ④ 与标定的标准溶液反应时,反应定量进行。

(5) 滴定分析法的计算:

① 标准溶液浓度的表示方法及浓度计算。标准溶液的浓度常用物质的量浓度表示。物质的量浓度是指溶液中所含溶质的物质的量除以溶液的体积,用符号 c_B 表示(单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

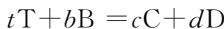
$$c_B = n_B / V$$

物质的量浓度的大小取决于基本单元的选择。基本单元的选择,一般以化学反应的计量关系为依据。在分析化学中选择基本单元的准则为:

- a. 酸碱滴定法中,以酸碱反应的计量系数为依据选择基本单元;
- b. 络合滴定法中,以 EDTA 为基本单元;
- c. 氧化还原反应中,以电子转移数为依据选择基本单元;
- d. 沉淀滴定法中,以化学计量系数为依据选择相应的基本单元。

在生产单位的例行分析中,有用滴定度(T)表示标准溶液的浓度。滴定度是指每毫升滴定剂溶液相当于被测物质的质量(g 或 mg)或质量分数。

② 滴定计算。滴定剂 T 与被测物质 B 有如下反应



则可以根据滴定反应中 T 与 B 的化学计量数求出

$$n_B = \frac{b}{t} n_T \quad \text{或} \quad n_T = \frac{t}{b} n_B$$

或可以根据等物质的量的规则计算。由化学反应首先确定滴定剂和被滴定物质的基本单元,然后根据“反应中,反应物消耗的物质的量(mol)与产物的物质的量(mol)是相等的”这一原则来进行计算。这种方法尽管反映了滴定反应的本质,但也比较繁琐。

③ 标准溶液浓度的计算有直接配制法和标定法。

直接配制法:准确称取一定量(m_B)基准物质 B,配制准确的体积 $V_B(\text{L})$,已知物质 B 的摩尔质量为 M_B ,求算标准溶液浓度

$$c_B = \frac{m_B}{M_B \cdot V_B} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

标定法:若以固体基准物质标定标准溶液,称取基准物质质量为 m_T ,其摩尔质量为 M_T ,滴定反应的化学计量数为 b/t ,则在化学计量点(或滴定终点)时,可依据公式计算

$$c_B \cdot V_B = \frac{b}{t} \cdot \frac{m_T}{M_T}, \quad \text{故} \quad c_B = \frac{b}{t} \frac{m_T}{M_T \cdot V_B} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

若以已知准确浓度的标准溶液 c_T 来标定某待标定溶液的准确浓度 c_B ,则有公式

$$c_B = \frac{b}{t} \cdot \frac{c_T \cdot V_T}{V_B} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

(6) 待测组分含量的计算。设称取试样的质量为 $m_S(\text{g})$,而测得其中待测组分 B 的质量为 $m_B(\text{g})$,则依据化学计量关系,用下式表示待测组分的质量分数

$$\bar{w}_B = \frac{m_B}{m_S} \frac{\frac{b}{t} c_T V_T M_B}{m_S \times 1000} \times 100\%$$

式中,1 000 为 V_T 单位 mL 换算为 L 的换算系数, c_T 的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, M_B 为 B 物质的摩尔质量,单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

三、重点与难点

本章的重点：

(1) 浓度是定量分析中的量的基本概念,在分析化学中,以浓度为基本的计算单元,根据化学反应物质之间的等物质的量规则或化学计量数来计算,从而求出待测组分的含量。所以物质的量浓度或摩尔浓度的概念需要熟练掌握。

(2) 误差是定量分析化学中的基本概念,也是分析化学中的重要贯穿全书各章的概念,所以要重点理解和掌握其定义以及运算,在实际分析工作中,由于真值未知,一般用测量数据的算术平均值进行计算,所以引入了偏差的定义及计算。

(3) 在分析化学中,要掌握滴定分析过程中基本的计算,例如标准溶液浓度计算、滴定反应的计算、待测组分含量的计算等,都涉及到数据的记录和运算,重点掌握数据记录、修约及运算规则。

本章的难点：

(1) 误差与偏差的区别。误差是表示测量数据与真值之间的差值,偏差表示测量数据与算术平均值之间的差值。

(2) 系统误差和随机误差的区别。

(3) 物质的量浓度计算时基本单元的选取。

1.2 经典例题

例 1-1 微量分析天平可称准至 $\pm 0.001 \text{ mg}$,要使称量误差不大于 0.1% ,至少应称取多少试样?

解 该题涉及的概念:绝对误差、相对误差的概念;有效数字的位数。所以可以根据绝对误差和相对误差的概念来求试样的重量。

根据相对误差公式

$$E_{\text{T}} = \frac{E_{\text{a}}}{x_{\text{T}}} \times 100\%$$

因为称量一般称两次,故其最大

$$E_a = |0.001| + |0.001| = 0.002$$

$$E_T = \frac{0.002}{x_T} \times 100\% \not\geq 0.1\%$$

则

$$x_T \not\geq 2 \text{ mg}$$

所以,至少应称取 2 mg 试样。

例 1-2 用基准 Na_2CO_3 标定 HCl 溶液的准确浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)。所得数据为: 0.204 1, 0.204 9, 0.203 9, 0.204 3, 计算分析结果的平均值 ($\bar{x}$)、平均偏差 ($\bar{d}$) 和相对平均偏差。

解 该题涉及的概念: 中和滴定反应的计算; 平均值 ($\bar{x}$)、平均偏差 ($\bar{d}$) 和相对平均偏差的概念及计算。一般常量分析中精密度以相对平均偏差来衡量, 要求小于 2‰ 为好。

其化学反应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

产物是 $\text{H}_2\text{CO}_3 (\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2)$, 第二化学计量点 $\text{pH} \geq 3.9$, 所以选用甲基橙为指示剂。

由 $\frac{m}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} : (c_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}}) = 1 : 2$ (化学计量数为 1/2), 得

$$c_{\text{HCl}} = \frac{2m}{MV} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

平行测定 4 次, 则平均值

$$\begin{aligned} \bar{x} &= (x_1 + x_2 + x_3 + x_4) / 4 = \\ &= (0.204 1 + 0.204 9 + 0.203 9 + 0.204 3) / 4 = \\ &= 0.204 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

平均偏差

$$\bar{d} = (0.000 2 + 0.000 6 + 0.000 4 + 0.000 0) / 4 = 0.000 3$$

相对平均偏差 $= d / \bar{x} \times 1000\text{‰} = 1.5\text{‰}$

例 1-3 用沉淀滴定法测定纯 NaCl 中氯的质量分数 (w), 得到下列结果: 0.605 6, 0.604 6, 0.607 0, 0.606 5, 0.606 9。试计算: (1) 平均结果; (2) 平均结果的绝对误差; (3) 相对误差; (4) 中位数。

解 该题涉及的概念: 真值、绝对误差的计算, 相对误差的计算

以及中位数的概念。此题中真值即为纯 NaCl 中 Cl 的质量分数, 所以根据分子量就可以计算出 Cl 在纯 NaCl 中的质量分数。

纯 NaCl 中 Cl 的质量分数为

$$w = \frac{M_{\text{Cl}}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{35.453}{58.443} = 0.6066$$

$$(1) \bar{x} = (0.6056 + 0.6046 + 0.6070 + 0.6065 + 0.6069) / 5 = 0.6061$$

$$(2) E_a = \bar{x} - x_T = 0.6061 - 0.6066 = -0.0005$$

(3) $E_r = -0.0005 / 0.6066 \times 100\% = -0.82\%$ (衡量准确度的尺度)

(4) 中位数: 将测量数据由大到小进行排列: 0.6046, 0.6056, 0.6065, 0.6069, 0.6070 总共为 5 个数据, 所以第 3 个数据即为中位数, 即

$$x_M = 0.6065$$

例 1-4 下列情况各引起什么误差? 如果是系统误差, 应如何消除?

- a. 砝码腐蚀;
- b. 称量时, 试样吸收了空气中的水分;
- c. 天平零点稍有变化;
- d. 读取滴定管读数时, 最后一位数字估计不准;
- e. 以含量为 98% 的金属锌作为基准物质标定 EDTA 溶液的浓度;
- f. 试剂中含有微量待测组分;
- g. 重量法测定 SiO_2 时, 试液中硅酸沉淀不完全;
- h. 天平两臂不等长。

解 该题涉及的概念: 系统误差的概念; 引起系统误差的诸因素。了解引起系统误差的因素, 就可较为容易地发现下列因素中哪些可能是由于系统误差引起的。

- a. 为仪器误差(砝码质量变化), 应更换新砝码。

b. 称量时,试样吸收了空气中的水分,故所称得试样的真实重量比示值小,产生系统误差,通常应在一定温度下(视试样性质而定)干燥后再称量。

c. 为系统误差(仪器读数的微小变化),应尽量使天平稳定后再称量。

d. 为主观误差(操作人员读数时),操作时应尽量与先前操作保持一致。

e. 为试剂误差(试剂不纯造成的),应选用基准试剂进行滴定。

f. 为试剂误差(试剂不纯造成的),应选用纯度符合要求的试剂进行实验。

g. 为系统负误差,可将沉淀不完全的微量 Si 测定后将测定结果加入总量。

h. 为仪器误差,可调整天平臂使其等长。

例 1-5 某人用差示分光光度法分析药物含量,称取此药物试样 0.052 g,最后计算此药物的质量分数为 96.24%。问该结果是否合理?为什么?

解 该题涉及的概念:有效数字的位数及有效数字的运算规则。

不合理。因为称量试样的有效数字仅有两位,根据有效数字的计算,最终结果的有效数字位数不应超过两位。

例 1-6 今欲配制 $0.02\ 000\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液 500 mL,所用天平的准确度为 $\pm 0.1\ \text{mg}$,若相对误差要求为 $\pm 0.1\%$ 。问称取 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 时,应准确称取到哪一位?

解 该题涉及的概念:有效数字的位数及有效数字的运算规则。

称取 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的重量为

$$0.020\ 00 \times \frac{500}{1\ 000} \times 249.2 = 1.117\ \text{g}$$

若要求相对误差为 $\pm 0.1\%$ 时,则绝对误差应为

$$1.177 \times (\pm 0.1\%) = \pm 0.001\ \text{g}$$

所以应准确称取到小数点后第 3 位即可。

例 1-7 用基准 Na_2CO_3 标定 HCl 溶液时,下列情况会对 HCl 的浓度产生何种影响(偏高,偏低或没有影响)?

- 滴定时速度太快,附在滴定管壁的 HCl 来不及留下来就读取体积;
- 称取 Na_2CO_3 时,实际质量为 0.1834 g ,记录时误记为 0.1824 g ;
- 在将 HCl 标准溶液倒入滴定管之前,没有用 HCl 溶液荡洗滴定管;
- 锥形瓶中的 Na_2CO_3 用蒸馏水溶解时,多加了 50 mL 蒸馏水;
- 滴定开始之前,忘记调节零点, HCl 溶液的液面高于零点;
- 滴定管活塞漏出 HCl 溶液;
- 称取 Na_2CO_3 时撒在天平盘上;
- 配制 HCl 溶液时没有混匀。

解 该题涉及的概念:中和反应的计算,滴定操作过程中可能出现的操作失误。其中涉及的化学反应为



$$\frac{m_{\text{B}}}{M_{\text{B}}} = \frac{\frac{b}{t} c_{\text{T}} V_{\text{T}}}{1000}$$

- 可能使滴定读数 V_{T} 偏大,使 HCl 的浓度偏小。
- 这样会使 Na_2CO_3 的计算摩尔数小于实际摩尔数(m_{B} 小),用盐酸滴定时,使实际消耗的盐酸体积 V_{T} 较大,从而使盐酸浓度偏小。
- 此操作会使滴定管中盐酸浓度较标准溶液瓶中的盐酸浓度减小,所以滴定时,消耗盐酸的体积偏大,则使盐酸浓度偏小。
- 此操作相当于稀释了 Na_2CO_3 ,当用盐酸滴定时,终点的判断会因溶液被稀释而推后,故消耗的盐酸体积增大,使盐酸浓度偏低。
- 这样使实际读数 V_{T} 小于实际消耗的盐酸体积,使盐酸浓度