

The Teaching Method of Data Processing in Analytical Chemistry Experiment

Guofeng Gui*, Xiaoyuan Sun, Yu Zhang

School of Chemical Engineering, Guizhou University of Engineering Science, Bijie Guizhou
Email: *ggfok@21cn.com

Received: May 27th, 2018; accepted: Jun. 21st, 2018; published: Jun. 28th, 2018

Abstract

The data processing in the analytical chemistry experiment includes the detailed observation of the experimental phenomena, the accurate record of the experimental data and the analysis and calculation of the test data. Students' mastery of data processing can not only improve students' mastery of the basic knowledge of chemistry, but also reflect their ability of generalizing and summarizing the analysis problems. This paper discusses and explores the teaching of data processing, and expects students to own a solid foundation for future courses and practical work in the future.

Keywords

Analytical Chemistry Experiment, Data Processing, Teaching Method

分析化学实验数据处理教学方法

归国风*, 孙小媛, 张宇

贵州工程应用技术学院化学工程学院, 贵州 毕节
Email: *ggfok@21cn.com

收稿日期: 2018年5月27日; 录用日期: 2018年6月21日; 发布日期: 2018年6月28日

摘要

分析化学实验中的数据处理包括对实验现象的详细观察、实验数据的准确记录以及对分析测试数据进行分析计算等。学生对数据处理的掌握, 不仅可以提高学生对化学基础知识的掌握, 还能够体现出学生对分析问题的归纳总结能力。本文就数据处理方面的教学进行讨论和探究, 期望学生能够在后续课程

*通讯作者。

和将来从事实际工作中打下坚实的基础。

关键词

分析化学实验, 数据处理, 教学探讨

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

化学的基础是实验, 作为化学及相关专业的学生从一开始进入大学学习就开始接触化学实验。在日常的实验教学工作中, 我们发现大部分的低年级同学在对实验动手方面还是比较积极认真, 对实验现象也很感兴趣, 但是在得出实验结果, 对结果进行分析处理时, 不能够有条理的进行数据记录, 对测量数据不知道如何处理才能得到最终的实验结果, 对实验现象和数据不知道怎么进行合理的分析。根据这种现象, 我们在教学工作中不断进行总结归纳, 抓住学生的问题所在, 从而更好的提高教学效果, 使学生能够更快更准确的把握数据处理的要点, 提高学习效率。

分析化学实验一般包括五部分内容: 实验目的、实验原理、实验所用试剂和仪器、实验步骤、数据处理。从教的角度来说, 由于是实验课程, 注重的是学生的操作能力, 故在平时的教学过程中, 大部分的教师在进行讲解时会适当的压缩讲解时间, 给学生留出充足的时间来自自己操作, 因此, 实验老师在教学中都注重实验原理和实验步骤的讲解。大家普遍认为, 实验原理的讲解能够让学生掌握实验的理论依据, 知道为什么这样做, 这是实验的前提条件。此外注重强调实验步骤, 特别是在步骤中可能出现的一些问题, 从而可以让学生少走弯路, 可以比较快的知道该怎么做实验, 强调学生的一些基本操作技能, 而忽视了学生对实验现象的解释和数据的处理。从而使学生缺乏主观能动性, 不动脑子, 只知道照本宣科, 书上怎么写我们就怎么做, 不去思考为什么会得到这样的现象、数据是否合理, 最终的结果怎么计算等。所以从教的角度讲, 老师很多时候也忽视了数据处理在教学中的重要性。从学的角度来说, 由于老师会要求写实验预习报告, 故学生也能够照着教材将实验的五部分都抄下来, 但是并不清楚为什么要这样做, 现在大部分的实验教材在数据处理方面也只是提出要求, 没有给出详细的表格, 目的是为了让学生能够主动的学习。现实是, 学生只是简单的照着课本来抄, 应付作业, 根本就没有思考, 不知道哪些数据要记录, 哪些不需要, 哪些称量可以粗称, 哪些必须准确称量。从而在实验中总是出现一些常识性的错误, 从而使实验数据不可用, 达不到实验教学的目的。下面我们从分析化学实验教学课程中的经验, 从三方面来讨论数据处理这个过程中学生存在的问题和应该改进的地方。

2. 数据记录表格的绘制

我们的实验教学主要分三步走: 预习实验、做实验和写实验报告。故在数据处理这一点上, 我们在教学要求中也要求学生从这三步来做。首先, 在预习实验时, 就必须能够充分理解该实验的实验目的、实验原理、实验所用到的仪器和试剂及实验步骤, 从而明确在数据处理里面需要记录的数据有哪些, 绘制出空表格, 留待实验中备用。第二步, 在实验中, 学生按照实验步骤完成实验, 每完成一步就在相对应的空表格里面填写上对应的数据, 这样学生就不会忘记数据记录, 也防止学生胡乱记录数据, 找不到

对应的数据等毛病。第三步,根据各物质间的化学计量关系,根据测量数据计算出实验所要达到的结果。

现在很多教材在编写过程中将数据处理中的数据记录表格都省略了,只提出相对应的要求,让学生自己来设计记录数据,从而提高学生的主动性和创新性[1]。在教学中,老师通常要求学生在预习实验时,就必须能够充分理解该实验的实验目的、实验原理、实验所用到的仪器和试剂及实验步骤,从而明确在数据处理里面需要记录的数据有哪些,绘制出空表格,留待实验中备用。数据记录表格设计规范完整,不仅使学生的实验报告干净整洁,还体现出学生对整个实验过程的掌握情况。可以使学生实验前就能够准确的明确实验目的,掌握实验步骤,从而在实验中有的放矢,不会手忙脚乱,也锻炼了学生做事的条理性。我们同样以酸碱滴定实验为例来讨论。首先,用电子天平称量草酸的质量,需要准确记录;其次是用已知准确浓度的草酸溶液作为滴定液,对氢氧化钠溶液进行标定,是一步完整的滴定过程,需要绘制一个数据记录表格。最后,用这个氢氧化钠溶液为滴定液,对盐酸溶液进行测定,也是一步完整的滴定过程,需要绘制一个数据记录表格。因此这个实验需要数据记录表格 2 个,每个滴定实验需要做平行实验 3 次,所需要绘制的表格如下表 1、表 2 所示。

$$m_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} : \text{——— g}, \quad c_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} : \text{——— mol} \cdot L^{-1}$$

3. 分析实验教学中数据的准确记录

在实验中,选用的容器、仪器不同,对应的数据的准确度也是不同的。如果是粗称,不需要知道很准确的数值,称量质量可以用台秤来称量,知道大概的质量即可,一般的台秤称量是保留小数点后面 1 位有效数字;量取体积则选用量筒,所对应的数据根据量筒的量程来决定,一般实验室用的小量筒也是保留小数点后面 1 位有效数字。这些粗称得到的数值只是让我们对大概的量有一定的认识,在数据处理中并不作为计算用的数值,所以不需要怎么强调我们这里主要讨论的是准确记录的测量值,下面就几个

Table 1. The calibration of sodium hydroxide solution concentration

表 1. 氢氧化钠溶液浓度的标定

实验项目	1	2	3
$V_{(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O)} / mL$			
$V_{(NaOH)} / mL$			
$c_{(NaOH)} / mol \cdot L^{-1}$			
$\bar{c}_{(NaOH)} / mol \cdot L^{-1}$			
d_i			
$d_r\%$			

Table 2. The determination of hydrochloric acid solution concentration

表 2. 盐酸溶液浓度的测定

实验项目	1	2	3
$V_{(NaOH)} / mL$			
$V_{(HCl)} / mL$			
$c_{(HCl)} / mol \cdot L^{-1}$			
$\bar{c}_{(HCl)} / mol \cdot L^{-1}$			
d_i			
$d_r\%$			

具体的化学实验中的步骤, 来说明如何准确的记录测量值。

在实验教学, 实验数据的准确记录是数据处理过程中重要的一部分。教师在教学中要重点强调数据记录的严谨性, 即有效数字。同学们在读取测量值时, 根据有效数字的要求, 准确记录测量数据。记录的测量值通常由两部分组成: 准确读数和估计值。以酸碱滴定实验为例, 实验步骤分成了两大步。第一步, 用已知其准确浓度的草酸标准溶液为滴定液, 对氢氧化钠溶液进行标定(测得其准确浓度)。第二步, 用这个氢氧化钠溶液为滴定液, 对盐酸溶液进行测定。在第一步里, 要配制准确浓度的草酸标准溶液, 必须用电子天平准确称量一定质量的草酸 0.6312 g, 然后稀释定容到 100.00 mL 的容量瓶中。这两个数据都是仪器或容器直接给出的数据, 同学们不需要看刻度来读取, 很多同学就会想当然的认为数显的数据都是准确的, 没有估计值。实际上, 这两个数据同样是由两部分组成(如图 1 所示), 在教学中老师必须强调, 特别是容量瓶容积记录, 如果不强调的话, 很多同学都溶液疏忽小数点后面两位, 而直接记录为 100 mL。

那么在最后的滴定过程中, 消耗的草酸的体积就需要同学们从滴定管上的刻度来读取(如图 2 所示)。读数时正确的视线必须是平视, 要将滴定管取下来, 两个手指控制住, 使其自然垂直, 抬起使溶液的凹液面刚好与视线平行, 然后读数, 读数包含两部分: 准确数值和估计值[2]。图 2 中溶液的凹液面刚好和 25.8 mL 的刻度线平行, 但是我们在记录的时候必须记录为 25.80 mL, 不能因为估计值为 0 而省略。

4. 结果的计算

利用各物质直接的化学计量关系, 计算结果。在这一部分里, 教师重点要强调的是化学计量关系。同样以酸碱滴定实验为例来讨论。首先要计算草酸的准确浓度, 列公式(1):

$$c_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}{M_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} \times V_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}} \quad (1)$$

计算氢氧化钠的浓度, 由于草酸和氢氧化钠的化学计量关系是 $n_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} : c_{(\text{NaOH})} = 2 : 1$, 因此氢氧化钠的计算公式是(2):

$$c_{(\text{NaOH})} = \frac{c_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} V_{(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} \times 2}{V_{(\text{NaOH})}} \quad (2)$$

盐酸和氢氧化钠的化学计量关系是 1:1, 计算盐酸的浓度的公式为(3):



Figure 1. The diagram of data recording

图 1. 数据记录示意图

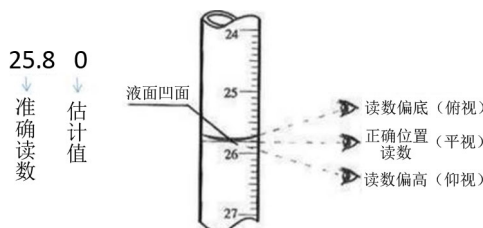


Figure 2. The diagram of burette scale data recording

图 2. 滴定管刻度数据记录示意图

$$c_{(HCl)} = \frac{c_{(NaOH)}V_{(NaOH)}}{V_{(HCl)}} \quad (3)$$

另外还要提醒同学们不要忘记对实验结果的准确性进行评价。由于分析化学实验通常在一年级下学期阶段，最开始我们只要求大家能够知道偏差和相对偏差的计算，并不要求用标准偏差，而在后期的仪器分析实验阶段就要求学生必须用标准偏差来衡量实验结果的准确性了。偏差和相对偏差的计算公式如下：

$$d_i = c_{(NaOH)} - \bar{c}_{(NaOH)} \text{ 或 } d_i = c_{(HCl)} - \bar{c}_{(HCl)} \quad (4)$$

$$d_r = \frac{d_i}{\bar{c}} \times 100\% \quad (5)$$

计算完成后还要提醒学生，最后的计算结果同样要按照数据准确度的要求进行修约，通常高含量(>10%)组分的数据，一般要求保留四位有效数字；含量在 1%~10%之间的数据一般要求保留三位有效数字；而含量 < 1%的组分只要求保留两位有效数字；各类误差分析数据通常只保留 1~2 位有效数字[3]。

5. 结语

分析化学实验数据处理是实验教学过程中重要的一部分。与化学实验操作同步进行实验数据记录，是一个很好的教学切入点。它能使学生对实验原理有更为深刻的理解，对实验步骤能够精准的把握，对结果也有准确的认识，从而增强对化学实验数据的处理能力。

参考文献

- [1] 崔学桂, 张晓丽, 胡清萍. 基础化学实验(I)—无机及分析化学实验[J]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [2] 王英华, 魏士刚, 徐家宁. 基础化学实验(化学分析实验分册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [3] 武汉大学. 分析化学(上册) [M]. 第 6 版. 北京: 高等教育出版社, 2016.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2574-4127，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：cc@hanspub.org