

《无机化学实验》教学改进探究

——以“化学反应速率与活化能”实验为例

宋照风 周子凡 谭杰安 刘弋潞 王春燕 赖悦腾

(佛山科学技术学院环境与化学工程学院化学实验教学中心, 广东 佛山 52800)

摘要: 以《无机化学实验》课程中学生普遍认为数据处理最麻烦的“化学反应速率与活化能”实验项目为示例, 分析了无机化学实验课程普遍存在的、最典型的数据测定不准确、数据处理难等问题。对这些问题产生的原因进行剖析, 然后提出通过提升实验室硬件基础和教师自身的知识、教学技能提高, 以使得学生能够得到更准确的数据, 实验数据的处理更快捷、准确。

关键词: 无机化学实验; 实验教学改进; 课程改革

无机化学实验课程是化学相关专业的第一门、传统的、基础实验课程。学生对无机化学实验的印象是玻璃瓶瓶罐罐, 相对简单不复杂, 没什么创新性。随着社会的进步和科技的发展, 传统无机化学实验课程要想学生对课程感兴趣、重视该课程的学习, 任课教师必须不断学习, 引入新的教学方法和先进的教学手段等。传统教学课程的改革必须随着科技的进步而同步进行。

一、《化学反应速率与活化能》实验教学项目的现状

《化学反应速率与活化能》这个实验教学项目是很多版本的《无机化学实验》课本中都开设的一个实验项目。以高教出版社由北京师范大学主编的《无机化学实验》课本为例, 《化学反应速率与活化能》这个实验项目出现在基本化学原理部分中。这个实验项目在《无机化学实验》课程中一般作为必开实验项目, 因为这个实验项目是最经典的、又最具代表性, 加上有一定的难度。《化学反应速率与活化能》实验项目已经开设很多年, 但是教学的效果一直不好, 原因是本实验的操作虽然简单, 但是数据处理十分麻烦。学生觉得数据处理麻烦的原因主要有: 单位换算、求直线斜率、数据多而繁杂、数据之间的连贯性强, 错一步后一步跟着错, 很多学生反应在做实验报告时数据处理非常头痛。

二、《化学反应速率与活化能》实验项目改进

(一) 硬件方面的改进

在硬件方面主要是实验仪器方面需要改进。本实验用到的实验仪器有秒表、恒温水浴锅等, 并不复杂, 但是对于实验却很关键, 测定的误差对数据处理的结果影响会很大。本实验中准确计时和控制实验温度至关重要。一般通常计时就用秒表, 控温用单孔水浴锅结合温度计, 低温的采用冰水。传统秒表学生使用还要配合实验同时学生反应不是很方便, 而目前手机的时间计时不近精度高、准确度还更方便读数, 可以采用手机计时。温度控制方面本实验温度范围在 0-40 摄氏度之间, 可以采用目前恒温比较准确的数显恒温水浴锅或者超级恒温水浴, 精度高、误差小。这样使得实验的数据更为准确, 数据处理结果的误差才能更小。

(二) 软件方面的改进

实验数据处理其中最头痛的就是求三点的直线斜率。通常的做法用坐标纸和尺子自己画坐标轴, 标出点, 做直线, 求出直线的斜率。这种手绘的方式优点是最原始的做法, 如果手头没有工具的情况下还是可以得出结果。缺点是由于作图人员的误差可能

数据的结果会有很大的差异。

多点直线的斜率还可以用线性回归方程式直接计算, 计算公式如下公式 1 和 2:

最小二乘法求线性回归方程系数公式

$$Y = bx + a((x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) \dots (x_i, y_i)) \quad (1)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}, \quad a = \bar{y} - b \bar{x} \quad (a \text{ 为截距, } b \text{ 为斜率}) \quad (2)$$

计算法的优点是省去了作图的麻烦, 但是公式的计算量比较大, 尤其是点数较多时, 如果不细心很容易计算出错, 而得不出正确的结论。

1. 电脑或者手机使用 Excel 软件法:

(1) 电脑用 Excel 软件还要细分为作图法和 LINEST 函数法:

A、Excel 作图法

打开 Excel 软件, 按下图输入数据 (以四个点为例):

序号	A	B
1	y	x
2	1	0
3	9	4
4	5	2
5	6	3

图 1 数据的输入示意图

选中数据以后, 插入图表 (图表类型为散点图), 在布局里找到添加趋势线 (趋势线类型为: 线性趋势线), 设置趋势线为: 显示公式和显示 R 平方值, 如下图。

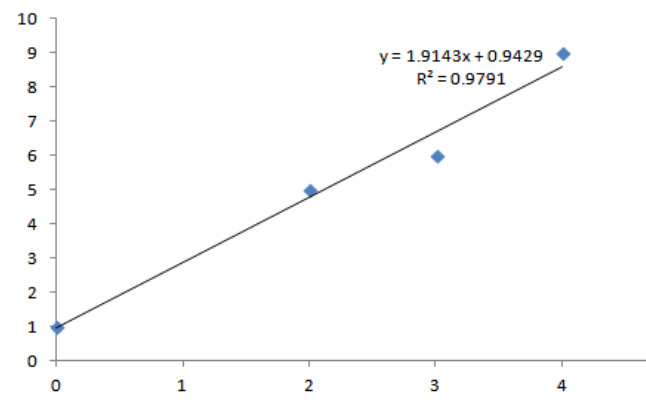


图 2 数据的输出示意图

B、LINEST 函数法

打开 Excel 软件,按下图所示输入数据 A、B 的内容(以四个点为例,背景不同的部分为软件格式)如图 1:

在 Excel 任一空白空格内输入以下:

公式	说明(结果)
=LINEST(A2:A5, B2:B5, , FALSE)	返回斜率 b
=INDEX(LINEST(A2:A5, B2:B5, , FALSE), 2)	返回截距 a

注意这里函数的输入时不能有空格、少输入逗号或者多输入逗号等都将不能得出结果。这种方法的优点是快捷方便,也不用画图,但是要记得函数的公式,且输入不能有误。

(2) 手机的 Excel 法求直线斜率

手机下载 Excel 软件,打开软件。按图 1 输入数据(以四个点为例),选中数据部分(不包括 xy),点击插入-图表,选散点图,然后就会出现一个二维的图,图中有点分布,然后在布局模块中找到带有直线方程和的格式,选中后图形会自动变化为直线,并显示方程和其对应的 R^2 的值。用手机在 Excel 中也可以用 LINEST 函数法,方法跟电脑做法基本一致。但是由于手机的相对电脑较小,在输入数据时往往小心,免得漏了或者多了,由于屏幕的局限,往往也要使用放大或者缩小功能。不过这对于玩的很熟手机的学生来说不算什么,但是年纪大的人就不习惯,屏幕小看着会费劲。

2. 电脑使用 Origin 软件法

Origin 软件数据处理的专门软件,目前各学科使用的也较多。Origin 软件有点是比起办公 Excel 软件在作图上更加细腻、种类更多,做出来的图更好看。以求直线斜率方程为例,做法基本与办公 Excel 软件相似,但是在直线方程给出前可以对方程进行拟合,使得方程线性更好,但是要想做到选择合适的拟合方式要求学生数学方面有相关的知识和下载 Origin 专业软件。使用 Origin 软件做直线方程的步骤为:

- (1) 将 x, y 数据输入 worksheet 工作表中;
- (2) 绘制 x, y 的散点图;
- (3) 执行 fit linear 线性拟合;
- (4) 结果在 results log 窗口中显示。

更为详细的作图步骤可以参考相关 Origin 的书籍。

多点求直线斜率的方法还有很多,具体使用哪一种可以根据自己目前手边上的工具来选择。但是无论哪种工具或者软件都有其优点和缺点,在使用时有很多细节要注意,否则数据处理的结果还是不理想。当然多次、反复使用某一种工具或者软件来处理数据会让人变得熟练而不容易出错。

三、实验项目改进总结

对传统课程的实验教学项目的改革,首先教师要有这个意识,尤其有些老教师已经习惯了目前的教学方式,改进实验项目要学习很多新东西,还要添置实验设备等,会有多一事不如少一事的想法。这样的想法不能要,尤其是年轻老师,你的教学时间还长,

不能一直这样下去。学生之所以对老师的课不满意或者不感兴趣,是因为学生从老师那里得不到他想要的东西。

对课程实验项目改进的硬件方面,其现在随着科技的进步和我国制造业的发展,很多小型仪器并不会很贵,精确度上也基本跟上去,满足使用要求还是没问题的。但是不同厂家或者型号会有稍微的差异,使用上差别不会特别大。

对课程实验教学项目改进的软件方面,确实对教师是挑战,尤其是化学方面的教师,数学知识的不足,要补充学习。但是一旦教师掌握了这些知识对自身也十分有用的。而最重要的是学生受益,学生对课程、实验教学项目的学习更加便捷。

无机化学实验课程是学校的优质课程,学生对教师的教学评价很好,其实根本不但是老师对学生的教学认真负责,还在于任课教师不断的改进教学,同样的实验项目,教师会在不同班级采用不同方法,从而比较教学效果。《化学反应速率与活化能》这个实验教学项目已经开设多年,从 2017 年其就开始就行改进,到 2018 年学生的数据处理开始发生了很大的变化,几乎不再手工绘图,采用手机和计算机结合的方式,受到学生的喜欢,学生也反应处理数据也不再那么费劲和头痛。我们会在之前经验的基础上继续完善实验项目的教学,以便推广给学生,更好的学习无机化学实验课程。

四、结语

总之,对于实验课程中存在的问题,教师不能视而不见,要不断思考,努力更新自身知识,改进自己的教学,尽量为学生提供更好的教学服务。

参考文献:

- [1] 郭彩红.创新发展理念下的无机化学实验教学改革探索[J].广州化工,2020,48(17):175-177.
- [2] 田甜.高等师范院校无机化学实验改革探索与实践[J].科学大众科学教育,2020(4):142.
- [3] 赵新华.无机化学实验[M].北京:高等教育出版社,2014:129-133.
- [4] 张建伟.Origin9.0 科技绘图与数据分析超级学习手册[M].北京:人民邮电出版社,2014:514-540.
- [5] 杨慧,许翠霞,严璐.化学类专业无机化学实验教学改革探索[J].广州化工,2019,47(23):185-187.
- [6] 刘丹.微课模式下大学无机化学实验教学改革[J].化学工程与装备:2020(3):185-187.
- [7] 史天柱.高校无机化学实验课程教学改革研究[J].广州化工,2020(9):189-190,193.

项目支持:

1.2016 年佛山科学技术学院第四批优质课程项目

2.2019 年佛山科学技术学院实验室安全建设与管理项目

作者简介:宋照凤,供职于佛山科学技术学院化学工程系,研究生学历,主要从事实验室管理及教学。