通过实验报告评阅及讲评培养学生综合能力的实践

周祖新^{1,*}, 常光萍², 韩生¹, 黄莎华¹

¹ 上海应用技术大学化学与环境工程学院, 上海 200233

² 上海市医药学校, 上海 200135

摘要: 实验报告(包括预习报告)是实验的重要组成部分, 不仅要反映出实验的现象和结果, 更重要的是使学生的相关知识在实验报告的撰写过程中得到提升。通过及时评阅及讲评实验报告(包括预习实验报告), 加深学生对基本原理的理解, 在改进实验报告中进一步思考实验中的问题, 并在后续的实验中提高实验操作及观察能力, 极大地提高学生的科学素养和综合能力。

关键词: 化学实验; 实验报告; 评阅

中图分类号: G64; O6

Practice of Training Students' Comprehensive Capacity in the Process of Reading, Commenting, and Appraising Experimental Report

Zuxin Zhou^{1,*}, Guangping Chang², Sheng Han¹, Shahua Huang¹

¹ School of Engineering of Chemical and Environment, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200233, China.

² Shanghai Pharmaceutical School, Shanghai 200135, China.

Abstract: Experimental report (including preview report) is chief component of the laboratory class. It should reflect phenomenon and result of the experiment, benefit students on promoting knowledge in the process of writing the experimental report. Through reading, commenting and appraising timely the experimental report (including preview report), we can help students master fundamental principle, think deeply experimental questions in the process of improving the experimental report, increase the lab skill and observing ability, and ultimately vastly promote scientific literacy and comprehensive capacity.

Key Words: Chemical experiment; Experimental report; Read and appraise

对于以培养一线操作工程师为主要目标的应用技术类高校, 实验教学是最重要的教学环节之一。在有限的实验教学时间内强化实验教学的效率, 改进实验报告(包括预习报告)的评阅和讲评具有重要作用。实验报告的评阅除了准确评价学生的实验成绩外, 还应使学生学会解决实验中问题的方法, 对实验中的问题及时进一步思考, 找出实验出现问题的原因, 从而培养学生发现问题、解决问题的能力。

以往教师批改实验报告, 往往只看实验结果或数据, 然后写上简单的得分等级。不及时批改、不进行讲评, 则易造成学生以完成任务式写实验报告, 甚至有严重的抄袭现象。学生拿到批改后的实验报告后往往丢弃在一边不再研读, 更谈不上对实验中的问题进行深层思考。这对培养学生的综

合能力有很大的弊端。笔者通过对实验报告进行对话式批改^[1], 并通过讲评及改进后再批改, 及时解决学生实验中的问题, 每做一个实验进步一次, 不仅提高了学生对实验操作及现象观察的认真程度, 还引导了学生对实验的深层思考, 较好地培养了学生的综合能力。

1 预习报告的评阅及讲评

严格的预习报告制度可以把在实验前对教师讲解的依赖转化为学生自己的主动学习, 还能学会查阅资料、自己解决问题的能力^[2,3]。每次实验开始前(第一次是实验绪论课结束后)布置下次实验(一般是一周一次), 简单讲述实验预习报告的要求^[2], 规定实验前两天交给老师, 向学生告之预习报告占实验成绩总分10%, 并进一步告之分数的细致分配, 如实验目的、原理占2%, 实验操作过程占5%, 实验试剂的性质、仪器使用方法(第一次使用时写)及注意事项占3%, 以督促学生认真对待。

收到预习报告后, 在正式实验前必须完成批改并发还给学生, 除列出分数外, 还需对预习报告中缺陷部分加以指出。最初很多学生照抄实验教材, 如实验目的、原理和步骤等, 试剂性质、仪器使用方法则由于教材中没有就空着, 因此得到的分数较低。

实验前对预习报告进行简单讲评, 表扬优良者, 着重指出预习报告中存在的问题, 特别是相关资料的缺乏, 讲授资料查找的方法, 使学生在完成后面的预习报告时学会查找相关资料。从第五次实验起, 对制备实验还要求学生查找与教材不同路线的实验方法, 以拓宽学生的视野。如硫酸亚铁铵的制备, 教材上是用铁粉与稀硫酸反应, 然后用生成的硫酸亚铁与等摩尔的硫酸铵反应, 有些学生就查找了先用铁矿石粉或铁锈与稀硫酸生成硫酸铁, 再加入少量铁粉生成硫酸亚铁, 然后加入硫酸铵生成硫酸亚铁铵。对提出这种方法的学生首先进行表扬, 然后让大家思考有什么缺陷, 铁应该加多少克, 多余的铁粉怎么处理, 硫酸铵应该加多少克, 在做教材上实验的同时考虑这些问题。又如醋酸解离常数测定实验, 教材上是用pH计测定 H^+ 浓度, 有学生在预习报告中提出用酸碱滴定法来测 H^+ 浓度, 讲评中让大家讨论是否可行, 在滴定过程中平衡是否移动。

2 正式实验报告的评阅及讲评

2.1 实验报告的评阅

实验做完后, 一般情况是下周实验时交实验报告, 再下周做实验前讲评。如这样, 从做实验到批改后讲评至少过了两周, 学生对实验的记忆已淡化, 效果会大打折扣。我们要求实验结束三天后必须交实验报告, 教师及时批改, 在下次实验前把批改后的实验报告发给学生以便进行讲评。

在实验报告评阅中除实验现象、数据和结论外, 对实验过程的描述及现象的解释尤为重要。实验报告占总分60%, 其中现象、数据和结论只占20%, 实验过程的描述及现象的解释占20%, 实验体会占20%。批改实验报告不是简单地写个分数或等级, 而是对话式, 如实验中间有什么变化, 发现问题是如何解决的等。先给出初步分数, 待下次实验报告改进后再给出最终分数, 如表1所示。

2.2 实验报告的讲评

批改完的实验报告发给学生, 在后一次实验前进行实验报告讲评。主要讲一些普遍性的问题, 如实验报告的格式、书面用语方面的问题; 对实验过程缺乏描述, 有些对实验产物缺乏语言描述, 对实验数据缺乏分析、实验体会写得太简单等, 然后指出改正的意见。如制备实验, 对于得到的固体产品, 大多数学生除了写固体以外没有进一步的描述, 可把上次较典型产品照片在PPT上放映, 然后要求学生进一步观察描述, 是粉状的、块状的还是针状的; 又如在做蒸发结晶实验时部分学生蒸发皿发生爆沸, 从溶液内传热情况、蒸发皿中局部过热启发学生思考爆沸形成的原因; 元素化学实验中, $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ SnCl_2 溶液中滴入 $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液应该有沉淀, 很多学生实事求是地写了未观察到沉淀, 部分学生写了有白色沉淀, 讲评时当场示范确实没有白色沉淀, 然后分析原因, 原来实验室在配制 SnCl_2 溶液时, 为了防止水解加入了过量的 $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl , 在用 $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 中和掉 HCl 后, 白色沉淀出现了。由于时间关系, 对个别学生实验中的问题, 在巡视实验时个别与学生交谈。

表1 实验报告对话式批改1 (硫酸铜提纯实验)

学生实验报告	教师批改
粗硫酸铜溶液中滴入NaOH溶液有蓝色沉淀，震荡后变为红棕色沉淀	观察较细致。蓝色沉淀的范围？为何又变为红棕色沉淀？
在滴入NaOH溶液处有蓝色沉淀，因在滴入处 Cu^{2+} 和 OH^- 离子积已超过其溶度积，震荡扩散后其离子积小于溶度积， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解，而 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶度积很小，沉淀并未溶解，故显红棕色	解释正确，等上了溶解沉淀平衡时计算pH调到3.5–4.0的理论依据
提纯后加热蒸发的蓝色硫酸铜溶液瞬间变为绿色，加硫酸后变为蓝色，在加热后又变为绿色	纯硫酸铜溶液有无可能变绿色？加碱调好溶液pH后加热多长时间？
纯硫酸铜溶液不可能变绿色，一定是杂质没有除净。调好溶液pH后加热了5 min	杂质是什么？是什么状态？加热的目的是什么？为什么强调加热至微沸至少10 min？
杂质肯定是未除净的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，是细小颗粒，由于加热不够未全部聚合，部分透过滤纸了。加酸时溶解了，溶液呈硫酸铜的蓝色，加热蒸发时聚集并吸附 Cu^{2+} ，呈绿色	通过不断思考找到了原因，有时间再补做证实一下

2.3 改进后实验报告的评阅

学生改进后的实验报告与后面一次实验报告同时交，批改时着重看讲评后及对话式批改后学生的应答，实验体会的改进，根据改进情况再给出成绩。发现几乎所有的学生对实验报告都进行了修改，如蒸发皿发生爆沸的学生找出的原因是蒸发皿壁上析出的固体在铲下后沉入底部，使体系传热不畅底部过热而爆沸；如写 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ SnCl}_2$ 溶液中滴入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液有白色沉淀的学生承认了由于理论先入为主，没看到沉淀以为自己实验操作错误怕扣分而写成有沉淀，并表示以后实验一定要以观察到的实验事实为依据。大部分学生在实验体会一栏中把实验中发生的问题，如何解决或该如何解决都写出了，还写了自己做本次实验在认识上的提高。

3 效果

无机化学实验课时数不多，实验一共只有十几次，在不多的实验课时中，通过上述实验报告的批阅及讲评，讲评修改后再评阅，即使每一次实验只搞清楚一个问题，通过十几次的实验，学生们的实验能力有了显著的进步。

3.1 写作能力的提高

学会用专业语言来准确描述实验操作过程、实验现象及实验结果。如加热，很多同学开始用口语“烧一下”，搅拌说“掏一掏”，溶解说“化了”，通过讲评这些不规范的口语都得到了纠正。由于每次实验报告都有占分20%的实验体会一栏，锻炼学生用科学、规范、简练且有较强逻辑性的语言来总结本次实验的经验、教训，锻炼了学生的写作能力。

3.2 观察能力的提高

由于报告要求仔细描写实验的现象、结果，使学生实验时认真细致地观察实验现象，生怕漏掉哪怕一个实验现象及变化。一些我们平时不太注意的现象也被学生捕捉到，如元素实验中，亚硝酸钠溶液能使紫红色的 KMnO_4 溶液褪色，但全班有两位学生的实验 KMnO_4 溶液未褪色，询问中两位同学均观察到了酸化后溶液曾短暂的呈淡蓝色，然后变成无色，原来亚硝酸根酸化后的亚硝酸分解生成淡蓝色的 N_2O_3 ， N_2O_3 不稳定，很快分解，变成气体逸出，故溶液中没有能与 KMnO_4 反应的还原剂，溶液不褪色，很好地解释了异样的现象。

3.3 解决问题能力的提高

由于实验报告的对话式评阅，对实验中问题的探讨不断深化，激发了学生探究问题的欲望，并

且逐渐培养了解决问题的能力。如硫酸铜提纯时加碱量太多,生成了大量蓝色沉淀,学生们不是简单地倒掉重做,知道用稀硫酸使蓝色沉淀先溶解,然后用较稀的NaOH溶液(甚至自己稀释)来调溶液的pH,直到pH接近4;又如蒸发皿发生爆沸时,很多学生会先暂停加热,取下后通过稀释、搅拌及重新过滤让待蒸发物完全溶解后再蒸发。

3.4 教学相长,教师教学能力的提高

由于对话式批改实验报告,对学生提出了很多问题,迫使教师也要做很多思考和补充实验来应对学生的回复。近三十年的实验教学实践,积累了大量学生实验中易出现的问题及解决这些问题的素材,使实验教学工作顺利且有效,特别是年轻教师能较快地进入角色。在笔者编写的《无机化学实验》^[4]教材中专门有无机化学实验指导一章,我们根据学生在操作过程中经常容易忽视的问题、容易常犯的错误、试剂常易出现的问题以及由此造成实验失败的原因,结合实验的关键操作、安全技术等问题进行必要的提示和分析。

3.5 思政教育的载体

现在高校每门功课都在进行课程思政建设,很多教师从祖国悠久的科学文化中寻找思政内容,以激起学生对民族深厚科学沉淀的自豪感。实际上大部分的现代科学包括化学都起源于西方,我国历史上有影响的化学实践不多,且没有形成严格的科学体系,但可激励我们在无机化学实验课程中积极预习、仔细操作、认真观察、积极思考,牢固掌握实验的基本原理和实验操作技术,为了祖国快速发展使自己变得强大也是思政教育。

参 考 文 献

- [1] 王灵,盛寿日,胡乔生. 大学化学, 2013, 28 (3), 15.
- [2] 赖仕全,岳莉,奚白,余江龙. 辽宁科技大学学报, 2013, 36 (3), 327.
- [3] 梁利芳,范建春,吴庆轩. 广西教育学院学报, 2014, No. 5, 179.
- [4] 周祖新. 无机化学实验. 北京: 化学工业出版社, 2014: 7.