

福建省首届大学生化学实验邀请赛无机及分析化学实验试题解析

张玉荣* 魏巧华 汤 傲 袁耀锋*

(福州大学化学学院, 福州 350116)

摘要: 介绍了福建省首届大学生化学实验邀请赛无机及分析化学实验的命题思路、试题原题及评分规则, 并对实验中存在的问题及成绩进行了总结分析。

关键词: 福建省; 化学实验邀请赛; 无机及分析化学实验

中图分类号: G64; O6

Analyses of Inorganic and Analytical Chemistry Experiment Test for the 1st Fujian College Chemistry Experiment Tournament

ZHANG Yu-Rong* WEI Qiao-Hua TANG Jing YUAN Yao-Feng*

(College of Chemistry, Fuzhou University, Fuzhou 350116, P. R. China)

Abstract: The experimental test and design ideal of inorganic and analytical chemistry experiment for the 1st Fujian college chemistry experiment tournament were introduced. The evaluation rules of the contest, the problems found in the competition, and the analyses of the results were also introduced.

Key Words: Fujian province; Chemistry experiment tournament; Inorganic and analytical chemistry experiment

“第一届福建省大学生化学实验邀请赛”是由福建省教育厅批准的省级学科技能竞赛项目, 该邀请赛由福建省大学生化学实验邀请赛组委会和福建省化学会共同主办、福州大学承办。该赛事旨在检验福建省各高校化学实验教学教改的成果, 进一步培养大学生学习化学实验和从事化学实验研究的兴趣, 同时加强福建省内各高校化学实验教学同行们的交流, 探索培养和提高大学生创新思维能力的思路、途径和方法。“第一届福建省大学生化学实验邀请赛”以福州大学化学学院的国家级实验教学示范中心为竞赛平台, 邀请了福建省内 16 所高校及台湾淡江大学共计 54 名三年级本科生参赛。该邀请赛于 2016 年 4 月 27 日至 30 日举行, 实验竞赛包括理论笔试和实验操作考试。所有参赛选手的理论考试试题相同, 操作考试分无机及分析化学实验、有机化学实验和物理化学实验三个科目, 参赛选手通过抽签确定操作考试的科目。本文是命题组对无机及分析化学实验操作考试的分析总结。

1 命题思路

无机及分析化学实验命题要能较全面地考查参赛选手对无机及分析化学实验原理及基本操作技能(如称量、过滤、溶液配制、移液及滴定等)的掌握情况, 及综合分析问题的能力。试题应贴近生活, 可以让参赛选手切身感受到化学变废为宝的魅力, 有益于激发学生的学习兴趣 and 探索热情。操作试题

*通讯作者, Email: rongwei@fzu.edu.cn; Yaofeng_yuan@fzu.edu.cn

难度适中, 确保参赛选手能在规定的时间内完成, 同时试题中有些条件不能太明确, 以使参赛选手间存在区分度。为此命题组最终确定“用废旧易拉罐制备明矾及其铝含量的测定”作为试题。这一试题既可以较全面地考查参赛选手的实验操作技能, 同时试题中设置了一些考点, 如没有点明要注意 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的保温、没明确说明明矾的结晶时间要多长、没点明基准试剂需用减量法称量, 也没有给出返滴定法测定产品中铝含量的计算公式等, 这些考点可以很好地考查参赛选手的实验四基能力, 即基本实验技能和方法, 基础实验知识和基本安全规范及综合分析解决问题的能力。

2 实验试题: 用废旧易拉罐制备明矾及其铝含量的测定

“用废旧易拉罐制备明矾及其铝含量的测定”的实验内容如下:

(1) 用废旧易拉罐制备明矾^[1-3]。利用铝的两性将废旧易拉罐(铝合金)溶于氢氧化钠溶液, 得到四羟基合铝酸钠溶液。随后用 H_2SO_4 调节溶液的 pH 得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀。分离后在沉淀中加入 H_2SO_4 制得 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液。在 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入等量的 K_2SO_4 , 即可制得明矾。

(2) 采用返滴定法测定产品中的铝含量^[3-6]。在明矾试液中加入定量且过量的 EDTA 标准溶液, 煮沸几分钟使 Al^{3+} 与 EDTA 配位完全, 继而在 pH = 5-6, 以二甲酚橙为指示剂, 用 Zn^{2+} 标准溶液返滴定过量的 EDTA, 从而测得铝的含量。

3 评分规则

评分规则同时考虑实验操作及实验结果两部分。实验中涉及的操作有天平称量、抽滤及沉淀的洗涤、溶液的配制、移液和滴定, 分数分别为 10 分、12 分、10 分、8 分和 15 分, 共计 55 分。具体的实验操作评分细则见表 1。实验结果共 35 分, 其中产率占 15 分, 产品性状占 5 分, 滴定精密度占 10 分, 滴定准确度占 5 分。另有 10 分为综合素质分, 主要考查参赛选手的运算能力、有效数字的概念、书写、统筹安排时间的能力及实验习惯等。评分的原则是仅对不规范的操作扣分, 操作规范但影响结果的不扣分。滴定数据正确, 但计算错误的仅在综合素质中扣分, 不在滴定结果中扣分。

4 实验中普遍存在的问题

实验中主要存在以下两方面的问题:

(1) 实验操作不规范。具体表现如下: ① 没有用减量法称量基准试剂 ZnO ; ② 减量法称量时没有用小纸片衬垫夹住瓶盖柄, 在称量瓶缓慢竖起的过程中, 没有用称量瓶盖轻敲瓶口侧面, 使黏附在瓶口上的试样落入瓶内; ③ 直接在抽气状态下进行沉淀洗涤; ④ 溶液配制过程中, 烧杯中的溶液全部转移到容量瓶后, 烧杯没有顺着玻棒上提后再直立; ⑤ 在调节移液管液面及将溶液移入接受容器时, 移液管管尖没有紧贴接受容器的内壁, 溶液全部流出后没有停留 15 秒; ⑥ 滴定到近终点时, 没有采用半滴操作来防止过量, 并且没用洗瓶挤少量水淋洗锥形瓶壁, 导致有残留的液滴未起反应, 造成滴定过量。

(2) 实验原理理解不透彻, 理论基础不扎实, 实验过程缺乏思考。具体表现为: ① 实验内容中写着“称 2 g 打磨后的易拉罐”, 很多选手都小心翼翼地称正好 2.00 g; ② 实验中要称量易拉罐反应后的残渣质量, 很多选手不知道可直接用双层滤纸抽滤以便计算; ③ 在调节 pH 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀并加热的过程中, 没有及时降低电热套的加热功率, 导致暴沸; ④ 制得硫酸铝溶液后没有保温, 使得带 18 个结晶水的硫酸铝大量析出成浆糊状。见此状况, 很多选手没有想到可将其加热溶解, 而是将硫酸钾溶液直接加入其中。在混合液未澄清时便用冰水冷却, 导致产品严重不纯; ⑤ 在冷却结晶制备明矾的过程中, 未等晶体析出就用冰水冷却, 导致产品纯度下降, 使得滴定结果中的铝含量偏低; ⑥ 返滴定法原理及有效数字的概念不清, 无法根据滴定过程的相关数据, 得到正确的计算结果。

表1 用废旧易拉罐制备明矾及其铝含量的测定操作评分细则(共55分)

操作	细则	分值
天平称量(10分)	减量法纸条垫指头(二条)	2
	减量法敲样, 在容器上方开瓶盖	2
	敲好样后, 边扶正瓶体, 边敲瓶口	2
	减量法称量敲样于烧杯中	2
	不撒样, 读数关门, 称完撤样	2
	减量法称超量每次	-1
	基准试剂不知用减量法称	-6
	*其他不良习惯, 及不正确操作, 适当扣分	
抽滤及沉淀洗涤(12分)	布氏漏斗斜口对着支管	3
	操作顺序: 润湿 → 吸紧 → 抽滤 → 通大气	4
	沉淀洗涤: 通大气 → 溶剂洗 → 抽滤	3
	转移试样时用玻棒引流	2
	*其他不正确操作, 适当扣分	
溶液配制(10分)	容量瓶检漏	1
	搅拌溶解, 正确玻棒引流, 转移完溶液后烧杯顺着玻棒上 提后再直立	3
	洗烧杯三次以上	2
	定容	2
	摇匀操作	2
	*其他不正确操作, 适当扣分	
移液(8分)	正确润洗移液管三次	2
	一手持管、食指封管	2
	调节液面操作时管尖碰壁、视线	2
	放液时容器倾斜, 管尖碰壁, 放完停 15 s	2
	*其他不正确操作, 适当扣分	
滴定(15分)	滴定管检漏	1
	正确润洗滴定管三次	2
	排气泡、调液面至“0.00–1.00 mL”之间	2
	滴定时左、右手操作正确	3
	读数	3
	终点控制	4
	*其他不正确操作(如滴水成线), 适当扣分	

5 成绩分析

本次邀请赛中参加无机及分析实验操作比赛的选手共 16 位。操作考试成绩由实验操作(共 55 分)、产品质量与结果分析(共 35 分)以及综合素质(共 10 分)三部分组成, 各部分得分分布情况如图 1 所示。操作考试的总分数最高为 87, 最低为 64。操作考试总分在 60–69 之间的有 4 位, 占 25.00%; 70–79 之间的有 7 位, 占 43.75%; 80–89 之间的有 5 位, 占 31.25%。总分在 80 以下的占了 68.75%, 这一结果与实验操作及综合素质的得分情况相呼应。由此可见, 参赛选手的实验规范化操作有待加强, 独立分析解决问题的能力及数据处理能力有待提高。

造成这一状况的原因, 我们认为有以下几点: ① 由于实验条件限制, 实验是大班授课。一名教师要指导三十几个学生的实验, 往往顾此失彼, 很难及时纠正学生的错误操作, 使得一些错误操作成为一种习惯, 积习难改。即便在赛前进行强化训练, 但由于赛时紧张, 难免又使出习惯性的错误操作; ② 在压缩学分的大背景下, 实验课也不能幸免, 实验课时减少, 使得学生受到的训练减少了, 难以养成好的实验习惯。同时, 许多操作由于得不到反复的实践巩固, 就会变得生疏, 容易出错。

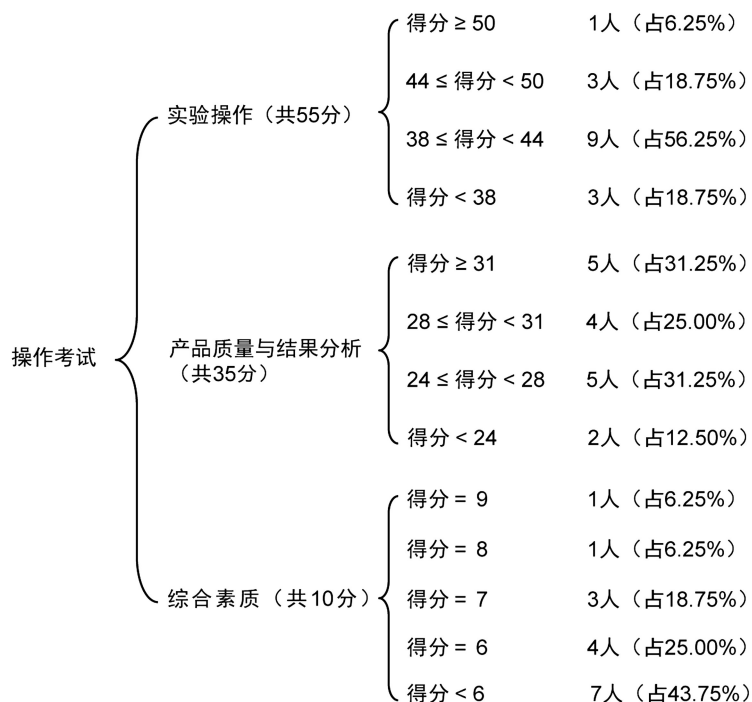


图1 操作考试各部分得分分布情况

③ 学生平时不善思考,习惯于照着书本按部就班地做,极少考虑为什么要这么做,对实验原理一知半解,对所学的知识难以做到融会贯通,因此独立分析解决问题的能力难以提高。当然,这不能全归咎于大学教育,与中、小学普遍采取的填鸭式教育不无关系。

6 结 语

福建省首届大学生化学实验邀请赛在多方的精心安排下已圆满结束。通过这次赛事,我们发现福建省普通高校学生与厦门大学学生间的差距相当大。这种情形,难以用“生源差距”一言以蔽之,除了前面成绩分析时提到的几个因素之外,福建省内普通高校学生理论基础不扎实也是一个重要原因。据了解,由于学分压缩,许多学校的理论课时也相应减少,使得很多本该掌握的知识点被排在教学大纲之外,而列入教学大纲中的内容由于课时限制也无法深入讲解,导致学生理论基础薄弱。因此,在当前学分压缩的大背景下,如何制定培养计划,避免让专业基础教学变成通识教学,确实是值得大家深思的问题。化学是一门实践性很强的学科,理论与实验相辅相成,没有扎实的理论基础,实验过程难免照方抓药,只能知其然,而不知其所以然,综合分析解决问题能力的提高只能成为一种奢求。通过这次赛事,各高校发现问题,看到差距,希望对提高福建省整体化学理论及实验教学水平都具有积极的促进作用。

参 考 文 献

- [1] 高绍康, 陈建中. 基础化学实验. 北京: 化学工业出版社, 2013: 347-348.
- [2] 陈双莉, 车金龙, 白光辉. 应用化工, **2011**, 40 (6), 1052.
- [3] 程相春. 化学工程师, **2011**, No. 2, 14.
- [4] 高绍康, 陈建中. 基础化学实验. 北京: 化学工业出版社, 2013: 427-428.
- [5] 孔德明, 李一峻. 实验室科学, **2009**, No. 5, 79.
- [6] 阳小宇, 姜玉梅. 辽宁化工, **2009**, 38 (6), 424.