

# 以菠菜的项目式研究为例构建实验探究认识模型

薛 琴

(南京师范大学附属扬子中学 江苏 南京 210048)

**摘 要:**以菠菜的项目式研究为例构建“提出问题、猜想假设、文献检索、设计实验、动手实验、修正实验、形成结论”实验探究认识模型,在互动式、启发式、探究式、体验式学习中进行项目化研究,提升学生化学学科核心素养。

**关键词:**菠菜;项目式研究;核心素养;认识模型

高中化学核心素养是学生经过高中化学教育逐步形成的正确价值理念、必备品格和关键能力。这种能力总是以关注化学的现实意义和社会意义为前提,以基本知识为载体,在解决实际问题时利用多角度的思考,提出假设、建立模型,设计实验,通过科学的探究推理得出结论<sup>[1]</sup>。

## 1 项目意图

通过对菠菜这一主体物质的学习与研究,将无机化学、有机化学、氧化还原理论、化学实验等相关知识串联起来,打通化学学习的知识壁垒,引导学生用“实验观”探究生活中的化学问题,建立“从问题和假设出发,确定探究目的、设计探究方案,进行实验探究”的实验探究模型。在问题解决中形成严谨求实的科学态度。项目式学习中注重核心知识的再建构,创建真实的驱动性问题,用高阶学习包裹低阶学习,将素养转化为持续的学习实践。

本项目的学习主体是已经学习过“化学反应原理”模块的高二学生。学习的目标是将元素化合物知识、化学基本理论、化学实验等知识进行整合。在实际教学中,在学完了“化学反应原理”模块之后,学生一方面对于必修化学的知识遗忘很多,另一方面,急需以元素化合物知识为经验背景,通过创设新的情境,利用化学反应原理解决实际问题,最后重新建构个人新的知识体系。

## 2 项目研究目标

(1) 通过文献资料检索,认识草酸和微量元素铁在人体中的作用、了解菠菜中铁元素的存在形式,掌握文献研究法。

(2) 通过元素化合物知识讨论生活中一些常见的关于菠菜的问题,并设计实验进行验证,引导学生用“实验观”探究生活中的化学问题。

(3) 创造陌生真实的情境,复习滴定实验操作,利

用氧化还原反应规律做定量检测,实现从定性认识到定量分析的深化。

## 3 项目研究过程

### 3.1 提出问题,创设情境

菠菜是二千多年前波斯人栽培的菜蔬,也叫做“波斯草”,后在唐朝时由尼泊尔人带入中国。当时中国称菠菜产地为西域菠薐国,故菠菜被叫做“菠薐菜”,后简化为“菠菜”。菠菜中含有丰富的维生素和微量元素,可食用、医用,还可出口创汇,带来新的经济增长点。民间素有“吃菠菜补铁”和“菠菜和豆腐不能同食”的两种说法,是真的吗?

### 3.2 检索文献,前期准备

查阅相关资料,找到“吃菠菜补铁”、“菠菜和豆腐不能同食”这两种说法的根源。菠菜中含有铁元素但含量很低,铁元素可能以  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  (难溶物) 形式存在;菠菜中含有的草酸会和豆腐中含有的  $\text{Ca}^{2+}$  形成  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  沉淀,影响钙的吸收,同时还会形成结石沉积在人体内。

### 3.3 设计实验,优化方案

由文献检索可知,研究民间关于菠菜的两种说法其关键是研究菠菜中的铁元素和草酸对人体健康的影响。以此为出发点设计实验方案。

任务一:设计实验在菠菜中提取铁元素并检验。

思考如下问题:

(1) 如何将菠菜中的铁元素转移到溶液中?

(2) 铁元素如何检验? 在检验铁元素时,如何消除有机色素的干扰?

(3) 如何定量测定铁元素的含量?

学生讨论设计方案:

(1) 灼烧法提取铁元素。取一定量已经风干的菠菜剪碎,放在蒸发皿中灼烧,直至变为灰烬。将所得到的灰烬转移入烧杯中。

(2) 铁元素的检验. 加少量蒸馏水将灰烬溶解. 在灼烧时, 菠菜中的有机物转变为灰烬, 可在检验前先行过滤. 在滤液中滴入稀硝酸、KSCN 溶液检验  $\text{Fe}^{3+}$ .

(3) 沉淀法测定铁的含量. 往滤液中加 NaOH 溶液, 过滤得到沉淀并灼烧, 最终转化为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . 通过测定  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量测出菠菜中铁的含量.

学生动手实验:

通过亲自动手实验, 学生发现设计方案中的铁元素的检验当加入 KSCN 溶液后变红现象非常不明显. 由于 KSCN 法检验  $\text{Fe}^{3+}$  非常灵敏, 这意味着  $\text{Fe}^{3+}$  浓度很低, 不足以产生足量的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀继续后面的定量分析实验. 结论: 吃菠菜无法补铁.

事实真的如此吗? 菠菜中铁的含量究竟是多少?

二次查阅文献:

酒精灯外焰温度可达  $600^\circ\text{C}$ .  $\text{FeC}_2\text{O}_4 = \text{FeO} + \text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$  (加热), 分解温度  $160^\circ\text{C}$ . 生成的 FeO 难溶于水. 导致最后滤液中  $\text{Fe}^{3+}$  浓度偏低.

修正实验方案后并继续探究, 在灼烧实验后加入足量的稀硫酸将 FeO 溶解. 过滤后继续  $\text{Fe}^{3+}$  的检验<sup>[2]</sup>.

经过修正实验可以测得菠菜中含铁元素的总量. 但是由于菠菜中铁元素主要以  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  (难溶物) 形式存在, 故不能为人体吸收. 所以, 吃菠菜无法补铁. 这次的结论是经过修正之后的深化认识.

任务二: 设计实验检验菠菜中的草酸

思考如下问题:

(1) 如何将菠菜中的草酸转移到溶液中?

(2) 草酸如何检验? 在检验草酸时, 如何消除其它有机色素的干扰?

(3) 如何定量测定草酸的含量?

学生讨论设计方案:

(1) 草酸可溶解于水, 使用榨汁机处理菠菜. 将新鲜菠菜放入榨汁机中, 加少量蒸馏水通电榨汁. 过滤, 取滤液.

(2) 草酸具有还原性, 选用高锰酸钾酸性溶液做氧化还原滴定. 滴定前用活性炭除去滤液中的叶绿素等其它有机色素, 排除其它颜色对滴定实验的干扰.

滴定原理:  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

当最后一滴高锰酸钾溶液滴入后溶液变为浅紫色且 30s 内不褪色, 此时达到滴定终点.

学生动手实验:

通过亲自动手实验, 学生发现设计方案中新鲜菠菜中草酸含量较高, 推测菠菜中含有的草酸会和豆腐中含有的  $\text{Ca}^{2+}$  形成  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  沉淀, 影响钙的吸收. 结论: 菠菜和豆腐不能同食.

事实真的如此吗?

教师点拨:

学生设计的实验是在常温下进行的, 但是炒菜是要加热的. 在加热条件下, 菠菜汁中的草酸浓度会有变化吗?

修正实验方案后继续探究, 将菠菜煮熟后榨汁, 继续后面的操作. 结果发现煮熟后的菠菜中草酸浓度大大降低. 结论: 菠菜在做菜前可先焯水, 除去对人体健康有不利影响的草酸.

### 3.4 数据计算, 深化认识

某  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  样品中可能含有的杂质为  $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 采用  $\text{KMnO}_4$  滴定法测定该样品的组成, 实验步骤如下:

I. 取 mg 样品于锥形瓶中, 加入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶解, 水浴加热至  $75^\circ\text{C}$ . 用  $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{KMnO}_4$  溶液趁热滴定至溶液出现粉红色且 30s 内不褪色, 消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液  $V_1\text{mL}$ .

II. 向上述溶液中加入适量还原剂将  $\text{Fe}^{3+}$  完全还原为  $\text{Fe}^{2+}$ , 加入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化后, 在  $75^\circ\text{C}$  继续用  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定至溶液出现粉红色且 30s 内不褪色, 又消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液  $V_2\text{mL}$ .

样品中所含  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 126\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 的质量分数表达式为\_\_\_\_\_.

下列关于样品组成分析的说法, 正确的是\_\_\_\_\_ (填标号).

A.  $V_1/V_2 = 3$  时, 样品中一定不含杂质

B.  $V_1/V_2$  越大, 样品中  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  含量一定越高

C. 若步骤 I 中滴入  $\text{KMnO}_4$  溶液不足, 则测得样品中 Fe 元素含量偏低

D. 若所用  $\text{KMnO}_4$  溶液实际浓度偏低, 则测得样品中 Fe 元素含量偏高

这是山东省 2020 年普通高中学业水平等级考试的一道原题节选. 综合考查了氧化还原滴定的实验操作和数据计算. 二价铁和草酸(草酸根离子)在高锰酸钾滴定中同时被氧化, 包括了元素守恒和电子得失守恒, 体现了实际问题的复杂性和学生解题思维的深刻性. 通过氧化还原滴定的计算, 深化了之前项目式研究的认识, 对学习成果进行评价.

### 4 项目梳理

从生活出发, 通过科学探究, 再回到生活中去. 学生通过对菠菜的项目式研究, 亲身经历了“提出问题 → 猜想假设 → 文献检索 → 设计实验 → 动手实验 → 修正实验 → 形成结论”这样的实验探究认识模型, 在此过程中整合了氧化还原理论、元素化合物知

识、化学实验基本操作、化学实验方案的设计,最后数据计算深化认识,进行学习成果的评价.充分体现了当前教育改革以核心素养培育为宗旨,以真实情境为载体,以实际问题解决为学习任务,以化学学科核心知识为解决问题的工具,在互动式、启发式、探究式、体验式学习中进行项目化学习的新特色.

#### 参考文献:

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017 年版) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.

[2] 周萍, 肖中荣. 菠菜中铁元素的检测条件优化 [J]. 中学化学教学参考, 2016(11): 56-57.

(收稿日期: 2021-04-26)

## 落实立德树人 凸显学科素养

### ——2021 年安徽中考化学试题特点分析

王 林<sup>1</sup> 吴志飞<sup>2</sup> 汤 伟<sup>3</sup>

(1. 灵璧县教体局教研室 安徽 灵璧 234200; 2. 灵璧县第六中学 安徽 灵璧 234200;

3. 安徽省灵璧县灵璧中学 安徽 灵璧 234200)

**摘 要:** 针对 2021 年安徽中考化学试题所考查的基本要点, 本文从绿色发展理念、全球观念、民族文化魅力、科学探究、共产主义理想信念等不同角度, 探究试题所彰显的德育价值.

**关键词:** 育人导向; 化学; 科学探究

2021 年 6 月安徽中考业已落下帷幕, 化学试题命制有效落实了安徽省教育厅发布的《关于做好 2021 年初中学业水平考试工作的通知》, 试题在考查考生必备知识和能力的基础上, 引导教学发展素质教育, 体现立德树人的根本要求, 彰显化学特有的德育价值, 下面我们针对不同试题分别作出分析说明.

#### 1 关注生态文明, 传递绿色发展理念

目前, “绿水青山就是金山银山”已经成为全面共识. 习近平总书记提出“追求人与自然和谐、追求绿色发展繁荣、追求热爱自然情怀、追求科学治理精神、追求携手合作应对”, 展现中国绿色发展智慧. 试题选取大量绿色发展素材, 体现绿色化学理念, 如今年安徽中考化学试题 1 以“碳中和”为载体, 考查生产生活中能够实现碳中和的有效途径; 试题 10 借用我国科学家涉及的“人造树叶”从微观角度考查物质及能量变化; 试题 14 以实验室模拟  $\text{CO}_2$  的循环为载体, 考查有关  $\text{CO}_2$  的化学基础知识, 同时用新鲜绿色水草吸收  $\text{CO}_2$  的实验, 引领学生理解绿色植物在  $\text{CO}_2$  吸收, 实现“碳中和”的作用. 试题 15 以燃煤电厂产出的固体废弃物粉煤灰中的氧化铝提取工艺为载体, 考查考生有关  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的化学基础知识, 同时引领学生关注变废为宝的工艺价值. 这些试题的命制, 在考查学生双基

的同时, 彰显化学在建设生态文明中的价值, 引领学生关注生态文明, 传递绿色发展理念.

#### 2 树立全球观念, 构建人类命运共同体思想

人类命运共同体思想的核心是建设持久和平、普遍安全、共同繁荣、开放包容、清洁美丽的世界. 在新的全球化发展理念下, 试题精选素材, 如我国在“碳中和”、“疫情防控”等方面对世界做出的承诺与贡献, 彰显大国风范. 如试题 1 关于“碳中和”的实现行为分析; 试题 4 中免洗手消毒凝胶成分之一正丙醇的分析; 试题 10 “人造树叶”为缓解温室效应提供新的有效途径; 试题 14 中新鲜绿色水草转化  $\text{CO}_2$  等, 以上试题均能较好的体现在新时代的全球化发展理念下, 化学学科独有的价值.

#### 3 厚植中华优秀传统文化, 展现民族文化魅力

中华文化历史悠久, 具有独特的民族文化魅力, 其中与化学实践有关的不胜枚举. 因此, 化学学科是树立民族自信, 继承与发扬中华民族文化的重要阵地. 试题 2 涉及的大理石华表、陶瓷餐具、三星堆出土的黄金面具, 体现我国优秀的物质文明; 试题 15 中《闪闪的红星》中冬子为红军运送食盐的机智、勇敢, 彰显我国优秀的精神文明. 试题的素材不仅很好地呈现化学基础知识的考查方式, 还能充分展示与化学实

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

**作者简介:** 王林 (1972-), 男, 安徽灵璧人, 本科, 中学一级教师, 化学教研员, 研究方向: 中学化学教学;

吴志飞 (1981-), 男, 安徽灵璧人, 本科, 中学一级教师, 研究方向: 中学化学教学;

汤伟 (1969-), 男, 安徽灵璧人, 本科, 正高级教师, 特级教师, 研究方向: 中学化学教学及中高考研究.