

基于“科学探究与创新意识” 核心素养的高中化学探究性实验的教学模式设计

纪万珍

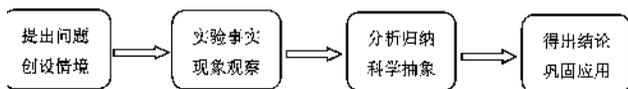
惠州市华罗庚中学

摘要: 新课程改革下,探究性实验的比重增大,对教师的教学要求提高。但这种教学方式通常较为费时,有时还会出现难以预料的问题,本文设计了六种高中化学探究性实验的教学模式,旨在帮助教师把握探究性实验的教学。

关键词: 探究性实验;教学模式设计

托尔斯泰说过:“成功的教学所需要的不是强制,而是激发学生的欲望。”因此,学生对学科的学习兴趣和上课的状态极为关键,如果学生不是情绪激昂,内心渴求学习新知识,老师的教学将得不到很好的配合与参与。化学是一门以实验为主的学科,大量的实验以及对物质新奇的认知为探究实验的教学提供了良好的操作平台,学生也乐于动手实验。在实验过程中感受到化学的奇妙,通过化学现象的描述、解释、分析、猜想、假设、质疑与提出新问题等体验科学探究的魅力。

一、“实验—归纳”模式



“实验—归纳”模式在化学实验中运用得较多,物质的性质与化学概念的建立都可以应用这种模式。化学实验的开展可以有多种形式,比如教师演示、学生演示、学生分组、课后实验后录制实验视频等,实验事实可以是观察到的现象,也可以是生活常识。

案例 1: 氮肥的生产和使用

1. 创设情境,提出问题:呈现一张图片(水稻田),讲述故事:家里种植了一亩水稻,父亲很精心种植,按时施肥,打药。有一年,父亲看水稻生长过程中叶子发黄,便听取他人建议施了氮肥(硝酸铵),后面不放心,又把烧过花生藤灰(含碳酸钾)洒了不少到稻田里,到收成的时候发现我家的水稻产量比邻居的少很多。为什么会这样呢?

2. 现象观察,实验事实:准备铁架台、酒精灯、大试管等仪器,搭好固体加热装置(如图 1),检验装置气密性后,取下试管,用药匙向其中加入 3 勺氮肥(NH_4NO_3)、5 勺花生藤灰(或 K_2CO_3),固定好试管,试管口略向下倾斜,加热。产生的气体具有刺激性气味,用湿润的红色石蕊试纸检验,发现试纸变蓝。

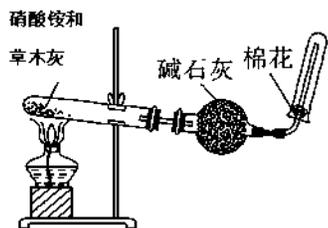
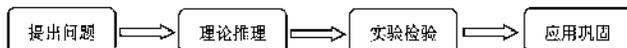


图 1

3. 分析归纳,科学抽象: $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KNO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 铵盐与碱性试剂在加热条件下会形成氨气,接下来让学生学习铵盐与碱在加热条件下反应制备氨气。

4. 得出结论,巩固应用:铵盐与碱可以反应生成氨气,铵态氮肥则不能与碱性试剂(如草木灰等)混合使用,造成氮元素的流失,降低肥效。再继续探究制备氨气的方法。

二、“演绎—检验”模式



“演绎—检验”模式的特点是,对运用化学原理推导出的结论进行实验验证,来判断我们推导的结论是否正确。

案例 2: 铁与水蒸气反应的实验创新设计

提出问题:铁能与水蒸气反应: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \uparrow$
实验装置(如图 2),①试验时先点燃哪个酒精灯?②用火柴点燃肥皂液有什么现象?③该实验中湿棉花有什么作用?能否简化实验装置?讲台上常用的粉笔的主要成分为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 失去结晶水的温度为 163°C ,可以用粉笔代替湿棉花吗?

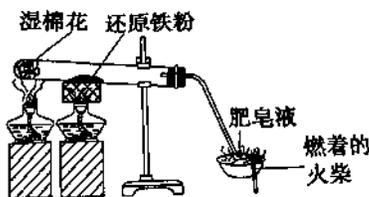


图 2

理论推理:根据生活常识可知,铁与冷水不反应,从铁的淬火步骤可以看出铁与热水也不能发生反应。初中学过铁在氧气中燃烧会生成 Fe_3O_4 ,因此需要先点燃酒精灯,提供水蒸气并赶走试管内的空气,待试管底部的温度稍微高一些再加热铁粉,防止倒吸现象的产生;吹出的肥皂泡中储存了氢气,点燃会产生较大的爆鸣声,同时会产生火焰;由于上述装置需要多个加热点,反应装置较为复杂,由于 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 能在加热过程中提供水蒸气,而且与铁粉属于固体混合物加热,只需要一个酒精灯即可。

实验检验:撤掉一个酒精灯,用粉笔代替湿棉花进行实验。发现实验确实能成功进行,并产生了氢气。

应用巩固:教师可以引导学生继续改进铁与水蒸气反应的实验,比如在铁粉中混入沙子,加热时能提高反应温度;

或者在试管最左侧放入浸透水的是粉笔，加热时可以提供足量的水蒸气，试管最右侧放入干粉笔，能吸收冷却的水，防止水蒸气冷凝回流造成试管炸裂，观察到的实验现象也更为明显（如图3）。

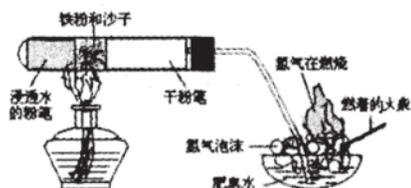
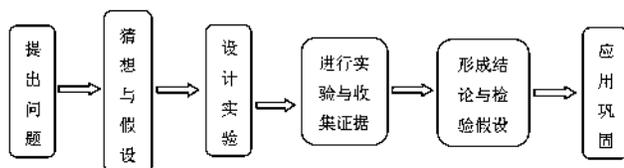


图3

三、“探究—发现”模式



探究式教学基本步骤及建构性教学功能（如图4）^[1]：

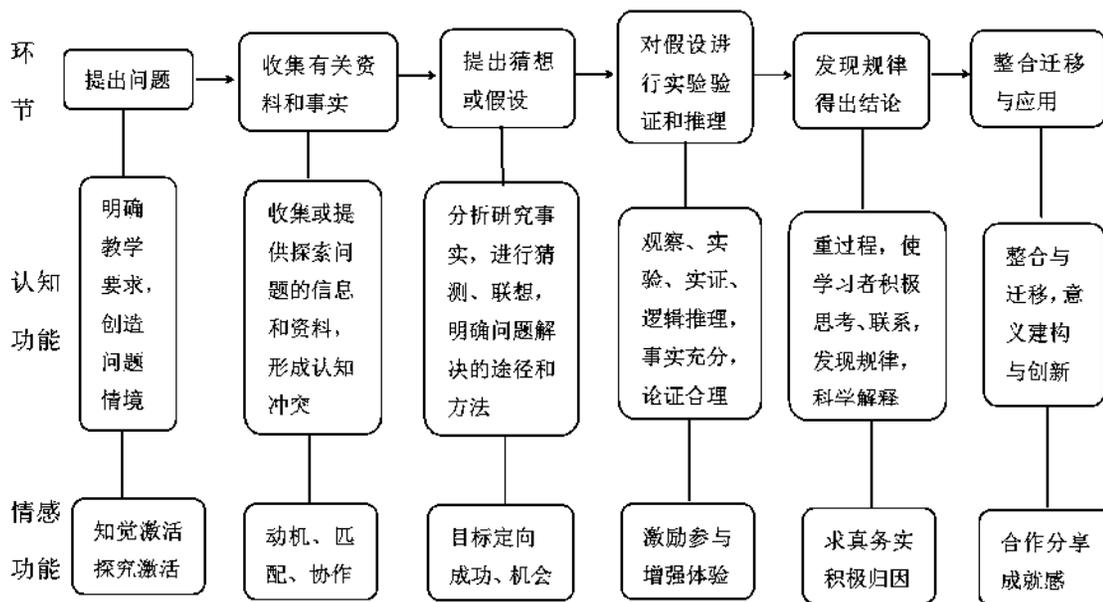


图4

而化学探究实验的教学设计遵循科学探究的一般思维过程，因而设计了“探究—发现”教学模式的基本框架结构，其中包含了科学研究的基本要素。

案例3：金属钠的性质与应用

1. 提出问题：西汉淮南王刘安在《淮南万毕术》中提到湿法冶铜的方法：“曾青（胆矾）得铁则化为铜”；那么，活泼性更强的金属钠与硫酸铜溶液反应，能否制备出铜？

2.

. 进行实验：取一小块钠，吸干表面煤油，加入 CuSO_4 溶液中（如图5）。观察到钠浮在水面上，熔化成小球并四处游动，溶液中生成蓝色絮状沉淀。



图5

3. 猜想与假设：钠与硫酸铜溶液反应无法制备出金属铜，应是钠先与水反应生成碱氢氧化钠，铜离子再与氢氧根离子结合得到蓝色絮状沉淀氢氧化铜。

4. 设计实验：用（如图6）所示装置进行钠与水反应的实验。

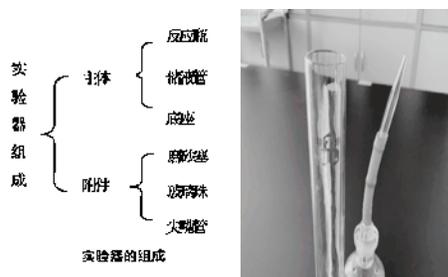


图6

5. 进行实验与收集证据：①向集气瓶中加入一半左右的蒸馏水，并滴加几滴酚酞溶液；②用镊子取钠置于玻璃片

上，用滤纸吸干表面的煤油，用小刀切取小块金属钠（绿豆

大小），多余的钠放回到原试剂瓶中。③将钠快速放入集气瓶中，并盖好塞子。

实验现象：钠浮在水面上，融成一个小球，在水面四处游动，发出“嘶嘶”的响声，溶液变红，集气瓶内的液面明显下降，挤压橡胶管内弹珠，点燃尖嘴气体，出现“噗”的一声，并且气体会燃烧。

6. 形成结论与检验假设：金属钠能与水反应，并产生碱

性物质 NaOH 和可燃性气体 H₂, 2Na + 2H₂O = 2NaOH + H₂ ↑。假设成立。

7. 应用巩固: 请预测钠与 NH₄Cl 溶液、FeCl₃ 溶液、饱和 NaOH 溶液反应现象?

8. 提出新猜想, 实验验证: 金属钠太活泼, 无法从溶液中制备出铜。那么, 在无水环境下, 是否能够将硫酸铜中的铜制备出来呢? ①设计实验: 将钠放入石棉网上, 在钠上面覆盖一层无水硫酸铜白色粉末, 用酒精灯加热; ②实验现象: 很快钠开始融化, 接着产生耀眼的火花, 撤掉酒精灯后, 冷却到室温可观察到红色固体。

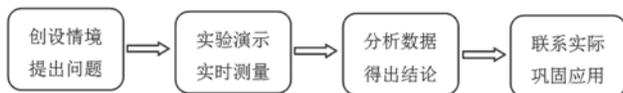
9. 得出结论, 应用巩固: 钠与硫酸铜溶液反应不能制备出金属铜, 但熔融的金属钠可以将无水硫酸铜中的铜置换出来。利用这个原理, 金属钠可以制备贵金属, 如:



“实验演示—模拟再现—巩固强化”模式在化学探究性实验中应用较多, 尤其针对教师已进行了演示实验, 但出现: ①实验现象不明显, 学生看不清楚, 需要用科学动态模拟辅助与补充才能得出结论; ②实验现象清晰, 但出现干扰现象, 导致无法得出正确结论; ③实验条件苛刻, 产生有毒气体或活性特别强、会快速进行反应的物质, 可以利用现代多媒体技术进行动画模拟或通过其他化学家在特殊条件下进行的实验视频来加深学生对实验的认识与实验结论的理解, 让学生能更好的理解物质的基本性质与热点, 掌握抽象的化学概念, 得出物质的基本规律。

例如铜锌原电池 (-) Zn|CuSO₄ (aq) |Cu (+) 的学习中, 我们在做实验时, 通常锌表面产生大量气泡, 铜片上产生较少气泡, 实验结果对原电池原理的分析有明显的的干扰作用, 实验中也很难做到锌片上不产生或产生极少气体的情况, 这是由于锌片上形成了微型原电池, 造成反应速率加快的现象。针对这种情况, 教师可以用动画模拟的形式帮助学生认识实验现象, 理解外电路的电子定向移动与内电路的离子定向运动。

五、“实验演示—采集数据—分析数据—巩固强化”模式



“实验演示—采集数据—分析数据—巩固强化”模式需要借助计算机的实时测量与分析。尤其针对化学实验数据较难精确测量或数据变化太快难以处理等情况。

这种模式的教学在传统实验仪器的基础上需要借助计算机实时监测数据并及时地统计数据的变化, 比如酸碱中和滴定的 pH 变化过程、氧化还原滴定的离子浓度变化情况。这种探究实验模式对化学实验仪器和设备有较高要求, 通过计算机辅助能直观的观测到实验的变化过程, 让实验的精确度更高, 实时效果更明显, 能有效培养学生的定量分析能力。

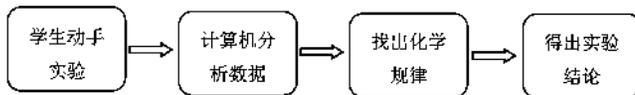
例如在酸碱滴定实验过程中, 可以利用 pH 传感器帮助我们采集数据, 数据采集器与电脑直接相连 (如图 7), 教师现场利用计算机采集的数据画出酸碱中和滴定曲线图。学生能客观的认识到滴定过程中存在 pH 突跃现象, 更容易理解我们滴定过程中标准液多滴加一滴少滴加一滴都会造成明显的误差, 以及误差造成的结果偏大还是偏小问题。



图 7

通过指示剂的变色范围, 我们发现指示剂的变色点并不是酸碱恰好中和的点, 但由于在指示剂变色点附近 pH 变化显著, 因此误差很小, 酸碱中和滴定的方法依然具有很高的准确性与科学意义。

六、现代教育技术应用于学生实验课的模式



利用 Excel、Access、Foxpro 等计算机软件进行实验数据的处理, 以图表等形式得出物质的变化规律, 比如得出化学平衡常数与浓度、温度等的关系, 混合物焙烧温度的选择, 晶体溶解度的判断等。通过这种模式, 学生可以快速的理解许多抽象的概念与影响因素, 对实验结论有更深刻的理解。

在化学探究实验的教学中, 教师可以运用多种现代教育技术辅助教学, 例如应用多功能教室设备, 通过增加一个摄像头和投屏技术将演示实验清晰的投影到大屏幕上, 每一位学生都能清晰的观看到实验现象。教师还可以运用微视频技术将一些耗时长或产生有毒气体的实验提前录好视频, 上课时让学生观看。在有机教学中, 还可以借助核磁共振氢谱仪、质谱仪、红外、紫外光谱仪分析有机产物, 通过实验数据了解复杂有机物的摩尔质量、官能团以及取代基等, 从而找出有机物的学习规律。

参考文献

[1] 唐力, 孙影, 黄都, 王馨, 黄明娟. 化学探究式教学评价指标及其试测的研究 [J]. 化学教育, 2003, (10): 61.
 [2] 吴文中. 数字化实验下碳酸氢钠溶液常温分解的证据推理 [J]. 中学化学教学参考, 2019, (5): 40-43.
 [3] 陈懋. 初中化学“素养为本”的实验教学探讨 [J]. 中学化学教学参考, 2019, (10): 58-59.