

# 中学化学实验教学的探索与实践

南京市第二十九中学幕府山初级中学 刘广祥

2025年12月10日



当前位置：首

教育部在 2019 年 11 月颁布的《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》提出实验教学是国家课程方案和课程标准规定的重要教学内容，是培养创新人才的重要途径。在新课程改革的推动下，化学实验在化学教学中占据举足轻重的地位。学生通过探究实验过程、观察实验现象、分析实验结果来提高他们分析问题、解决问题的能力，从而提高利用化学知识探究物质性质的技能。课程标准不断革新，预示着我们要扬长避短，不断更新教育理念，注重终身学习。对于化学学科本身而言，教育者们要充分发挥化学实验的工具性，不断探索，重视化学实验在教学中的地位，以化学学科核心素养的新理念去指导当前的化学实验教学。

化学创新实验指的是以化学教材中的原型实验为基础，在不违背原型实验作用的初衷下进行改进的实验。从教学角度出发，化学创新实验可以给予两方面的界定：一是在实验教学上的创新，体现在实验教学设计和实验教学过程的实施上；二是对实验本身的创新，主要包括实验设计方案的创新、实验装置的创新等。例如：对常规实验进行微型化设计，对一些成功率较低的实验进行虚拟仿真，将性质验证型实验创新改成探究型实验等。

一、中学化学实验教学研究

二、中学化学创新实验设计原则

三、中学化学创新实验设计策略

# 中学化学实验教学研究



# 一、中学化学实验教学研究

## 中学化学实验的教育功能

化学是一门以实验为基础的自然科学，从化学科学的形成和发展来看，化学实验起到了十分重要的作用。化学实验不但是化学科学的基础，而且也是中学化学教学的基础。化学实验对于提高化学教学质量，全面落实培养科学素养的目标，具有其他教学内容和形式所不能替代的作用。"以提高学生科学素养为主旨"的基础教育化学新课程，从"知识与技能"、"过程与方法"、"情感态度与价值观"三个维度提出了化学新课程的目标体系；倡导"以科学探究为主的多样化的学习方式"；重视学生的"亲身经历和体验"；强调"创设生动活泼的学习情境"。这些新的课程理念在中学化学教学中的落实和实施，都离不开化学实验。因此，为了更好地实现化学新课程的教育目标，我们有必要重新审视化学实验在中学化学教育、教学中的功能。

## （一）化学实验的认识论功能

从认识论的角度来看。化学教学过程是一个特殊的认识过程。教学过程中学生通过定量计算获得产品纯度的数值，产品纯度测定的过程有利于进一步加深学生对多步连续反应中的原子守恒及滴定原理的认识，提高学生定量研究物质、分析物质的水平。学习知识的过程应符合人类认识事物的规律，即从感性到理性，再从理性到实践。而对于化学课程教学而言，学生感性认识的获得很大程度上来源于化学实验，所以化学实验对于学生完成化学学习的认识过程起着非常重要的作用。

化学实验能引发学生的化学教学认识，化学实验是提出化学教学认识问题的重要途径之一。学生在学习化学时，其已有知识和经验即"当前状态"和学生目前未知但准备去探究的新知识，如物质的性质、变化、现象及化学概念、理论等"目标状态"之间产生差距，这种差距就是化学教学认识问题。

化学实验为学生提供事实性知识。化学事实性知识指的是反映物质的性质、制法、用途、存在等多方面内容的元素及其化合物应用的知识。一方面，化学实验能够为学生认识元素及其化合物、学习化学概念和理论提供化学实验事实。在化学新课程中许多概念、理论的形成，是从认识元素及其化合物的性质开始的，而要感知元素及其化合物的性质，则必须通过生动形象的化学实验，让学生通过化学实验中物质变化的现象感知化学事实，通过对化学事实的分析、对比、归纳、总结形成化学概念、化学理论和化学观念。

另一方面，化学实验能为学生检验、巩固化学知识和理论，验证化学假说提供事实性知识。化学是研究泛分子（包括分子及类分子）的科学，宏观看现象，微观找原因，宏观和微观相结合是学习化学的重要方法。“宏观看现象”离不开实验，实验是化学实现宏观和微观联系的基础和保证。所以，化学是一门以实验为基础的科学。总体来看，实验不但为化学科学中概念和假说的形成提供基础材料，为化学科学的形成和发展提供科学事实，而且可以检验科学假说，否定错误的假说，支持和完善科学理论。因此，化学科学的研究和化学教学都离不开化学实验。

## （二）化学实验的动机功能

从心理学的观点看，青少年学生普遍具有强烈的好奇心和求知欲，对新奇的事物具有浓厚的兴趣和探究欲望，而化学实验正是具有这种特点。化学学习兴趣是指学生对化学学习的一种带有情绪色彩的特殊的活动倾向，它是促进学生探究物质及其变化规律的重要内在动力，具有较强的动机功能。按照水平高低，可将化学学习兴趣分成"感知兴趣""操作兴趣" "探究兴趣"和"创造兴趣"4 种水平，这4种学习兴趣的水平是逐渐升高的，低水平是高水平的基础。高水平是低水平的发展。

教师在教学中一方面要注意鼓励和保护学生的感知兴趣和操作兴趣；另一方面又要积极培养和提高学生的探究兴趣和创造兴趣。化学实验中五彩缤纷的实验现象能够引起学生浓厚的认识兴趣，而这种认识兴趣是学习动机中最现实、最活跃的成分。学生对化学实验的兴趣是认识兴趣中一种重要的表现形式，是学生对化学实验的一种带有强烈感情色彩的特殊的活动倾向，是促进学生进一步探究物质及其变化规律的一种重要的内驱力，具有较强的动机功能。

### （三）化学实验的方法论功能

新课程中的化学实验不仅是一种实践活动，更是一种方法和过程。学生通过亲历科学实验探究的过程，一方面获得有关化学知识，掌握有关化学实验技能；另一方面体验化学实验的科学方法，如观察的方法、实验的方法、实验记录的方法、对实验数据和事实处理的方法、科学抽象的方法、假说的方法、模型的方法等。如此经过长期的训练和积累，就能逐渐达到新课程中要求的培养学生科学素养的总目标。

#### （四）化学实验的探究功能

课程标准指出化学实验对于实现高中化学课程目标具有不可替代的作用，学生在设计实验方案、进行实验操作、观察记录现象。进行数据处理。获得实验结论的过程中。不仅能获取知识、技能和方法。提高探究能力。还能形成良好的情感态度和价值观。由此可见高中化学新课程特别强调实验探究能力的培养，力图使化学实验在培养学生科学素养的过程中发挥更为积极的作用。

化学实验是进行科学探究的重要方式，在实验探究过程中，学生可以形成基本的化学实验技能，发展实验能力。反过来，化学实验又是学生学习化学和顺利进行探究活动的基础和保证。要通过化学实验增进学生对科学探究的理解。发展学生的科学探究能力。化学教师应不断从生产、生活中挖掘素材，研究开发适合于探究学习的化学实验，充分发挥化学实验的探究功能。例如，新课程中安排多类型、多角度、多形式的实验，充分体现了学习的自主性和探究性，学生通过实验方案的设计、实验操作、实验现象的观察记录、实验数据的统计处理和分析推理得出结论的全过程来体验探究式学习。

## （五）化学实验的人文教育功能

"情感态度与价值观"已作为化学新课程的教育目标被提出，化学教育又是科学教育的一个重要内容。在科学教育中渗透方法、态度、价值、情感、责任等人文内涵，使学科知识与人文知识相联系，体现科学教育与人文教育的融合，是现代科学教育的一个重要趋势。化学实验作为化学教育内容的一个重要方面，在人文教育方面起着其他内容无法替代的作用。

首先，化学实验可以培养学生实事求是、严肃认真的科学态度，一切从实际情况出发，如实地反映实验中观察到的实验现象和化学事实；其次，化学实验不仅为学生提供丰富的感性材料，同时还能引导学生用辩证唯物主义的观点来认识和分析化学事实，形成科学的世界观和价值观；另外，化学实验还可以培养学生关爱社会、关爱自然、与人合作的情感，在实验过程中经历成功与失败的情感体验，同时通过实验还可以对学生进行安全教育等。

## （六）化学实验的教学论功能

无论是作为实践活动的实验（实验探究活动），还是作为认识活动的实验（实验方法论），都是在一定的化学教学活动中进行的，因而，它还具有重要的教学论功能。化学实验能够创设生动活泼的教学情境。布朗（Brown J S）等人在《情境认知和学习文化》一文中首次提出了情境认知的观点，认为知识是具有情境性的，知识是在情境中通过活动与合作而产生的；学习发生在有意义的情境中才是有效的；只有在情境中呈现的知识，才能激发学习者的认知需要，从而产生学习动机和学习兴趣。因此，情境创设是现代化学教学设计的重要内容之一。

所谓化学教学情境就是指在化学教学中能够激起学生学习积极性的各种景物。化学教学情境的创设，可以采取化学实验、化学问题、小故事、科学史实、新闻报道、实物、图片、线图、模型、影像资料和互联网等多种形式。而化学实验则是创设生动活泼的化学教学情境的最常用的一种形式。

## 二、中学化学实验的教学内容

中学化学教学实验的内容选择总的指导思想是：根据化学学科的发展，借鉴国外中学化学实验内容的改革经验，立足我国实际情况，以中学化学教学目的为目标，以认识论为理论基础，以自然科学方法论为指导，选择和确定那些有助于实验技能的形成、有助于学生学习科学方法和养成科学态度的实验内容。根据不同的标准，可以把中学化学教学实验分为不同的类型，明确并掌握各类实验的基本要求，对合理地组织和运用教学实验有着重要的指导作用。

## (一) 化学基本操作实验

基本操作是进行各类化学实验的基础，它对确保实验的顺利进行和实验成功起着重要的作用。化学实验基本操作的教学，要从一开始就严格要求、一丝不苟，注意规范化训练，并且贯穿于实验教学的全过程。

### 中学化学实验对仪器使用及基本操作的要求

要求学生熟练使用的主要仪器	要求学生熟练掌握的基本操作
试管、烧杯、酒精灯、漏斗、滴管、容量瓶、铁架台、干燥管、燃烧匙、集气瓶、蒸发皿、研钵、温度计、天平、量筒、烧瓶、启普发生器、移液管、滴定管、锥形瓶	加热、集气、验纯、溶液配制、过滤、蒸发、溶解、药品取用、称量、量液、简单仪器的连接、洗涤、振荡、移液、定容、中和滴定

## （二）物质的分离和提纯实验

物质的分离和提纯既有联系又有区别，物质的分离是将混合物中的组分各自分开，从而得到几种纯净的物质的过程；而物质的提纯（有时也叫物质的除杂）则是将物质中混有的杂质分离出来或者除去的过程。分离和提纯之间最显著的区别在于：物质的分离对于被分离出来的物质都有纯度要求，即分离出来的物质必须都是纯净物；而提纯对分离出来的杂质并无纯度要求，而且还常需通过化学变化使杂质变为其他较易被分离的物质而被除去。分离和提纯物质的方法有很多，在中学阶段介绍的主要有过滤、结晶、蒸馏、萃取、层析、渗析、洗气等。

进行混合物的分离或提纯，必须分析组成混合物的各种成分的物理性质和化学性质，根据它们之间的差异和联系，决定选用何种试剂和操作。在整个分离或提纯的过程中必须注意：不能引入新的杂质；选用的试剂只能和杂质起反应，不能与欲提纯的主要成分发生反应；和杂质反应所生成的产物和主要成分容易分离开来。为了达到分离或提纯的目的，通常需要根据具体情况综合运用以上分离或提纯物质的方法。

### （三）物质的检验实验

在生产、生活和科学的研究中，经常需要对一些物质的组成成分进行检验。在中学化学实验教学中，通常应用物质的物理、化学性质，通过实验方法来检验某些物质的存在。在进行物质的检验时，一般先对物质的外观如颜色、状态、气味等进行观察，然后进行进一步的检验。中学阶段物质的检验可以分为鉴定、鉴别和推断三种类型。无论是鉴定、鉴别还是推断，都要求实验者熟悉相关物质的特性。

中学阶段涉及的物质检验有常见气体的检验、常见阳离子的检验、常见阴离子的检验、常见有机物的检验。常见气体有氧气、氢气、二氧化碳、氯气、二氧化硫、二氧化氮、氯化氢、氨、甲烷、乙烯、乙炔等，常见阳离子有氢离子、铝离子、铁离子、亚铁离子、钠离子、钾离子、银离子、钙离子等，常见阴离子有氢氧根离子、氯离子、溴离子、碘离子、硫酸根离子、亚硫酸根离子、碳酸根离子等，常见有机物有甲烷、乙烯、乙炔、苯、甲苯、乙醇、甘油、苯酚、甲醛、乙酸、葡萄糖、淀粉、蛋白质等。以上物质的性质尤其是这些物质的特性，是检验这些物质的基本依据。

物质的检验要求方法简便易行，要注意排除杂质的干扰，所选择的试剂和添加试剂的顺序要合理，现象要明显且具有典型特征。在操作过程中，鉴定、鉴别物质时一定要分别取少量待检物质进行实验，切不可在原试剂中直接加试剂进行检验。因为这样做不仅使下步检验无法进行，即使检出其中的某一部分，也会使被检物质因污染而报废，不符合科研和生产实际要求。

#### （四）物质性质和制备实验

物质性质和制备实验在中学化学实验内容中占有较大比例。这类实验的主要目的是给学生提供丰富的感性认识材料，使学生较好地掌握元素化合物知识；进一步训练学生的实验技能和观察能力，培养学生分析问题、解决问题的能力。

从主要生成物的类别看，中学化学实验中涉及的物质的制备有：

- (1) 无机物的制备：氧气、氢气、二氧化碳、氯气、氨、一氧化碳、一氧化氮、二氧化氮等的制备，纯碱、硫酸亚铁铵、氢氧化铁胶体等的制备。
- (2) 有机物的制备：甲烷、乙烯、乙炔、溴苯、溴乙烷、乙酸乙酯的制备，酚醛树脂、阿司匹林的合成等。

## （五）揭示基本概念和基础理论实验

揭示基本概念和基础理论类实验的主要任务是为讲授重要的化学概念和化学基础理论提供生动的直观认识。因此，应力求实验现象鲜明、有典型性，装置和操作简便易行，以有利于突出重点、集中学生注意力、分析实验现象的本质、得出明确结论，并促进学生思维能力的培养和实验技能的提高。

## （六）联系生产实际实验

在中学化学教材中，结合生产实际的实验数量并不多，主要有合成氨、氨氧化法制硝酸、接触法制硫酸、石油裂解和乙酸乙酯的合成等。这类实验装置比较复杂、综合性强，有利于学生实验能力的培养。有关结合生产实际的实验，其首要任务是揭示化工生产的化学原理，在实际教学过程中，还应配合模型、挂图、多媒体课件、教学录像、实地参观等教学手段，激发学生的想象力，做到理论与实践紧密联系。

## （七）学生独立设计实验

学生独立设计实验与前面提到的实验不同，它没有规定的实验步骤和方法，需要学生根据实验题目独立设计实验方案，拟订实验仪器装置、使用试剂、操作方法并得出结论。这对于培养学生综合运用所学的知识、技能去解决化学实际问题的能力，培养他们的科学态度、科学方法、创新精神和独立实验能力都具有重要意义。教学中要随着年级升高逐步增加这类实验的次数和难度，并积极创设让学生独立操作的实验条件。教师还应认真地审阅学生设计的实验方案，确保实验安全。

### 三、中学化学实验的教学要求

从中学化学实验教学的组织形式来看，一般分为演示实验、学生实验、活动课程实验三种类型。把化学实验分为不同类型，完全是为了教学、研究的方便和需要。不同类型的实验有不同的教学组织形式和要求，发挥的作用也不同。对中学化学实验进行科学合理的分类，可以为化学实验教学提供多种有效的途径和方法，有利于我们有效地进行中学化学实验教学研究。

## （一）中学化学演示实验的特点和要求

### 1、中学化学演示实验的特点

化学演示实验是教师在课堂教学过程中进行示范操作的实验。它可以给学生留下生动、鲜明而深刻的印象，是一种传统的、基本的实验教学形式，也是最有效的直观教学方法之一。演示实验过程中，教师的示范操作对于训练学生的实验操作技能、培养学生严肃认真工作作风和实事求是的科学态度具有"言传身教"、"潜移默化"的影响。所以演示实验在中学化学教学中具有非常重要的作用，运用十分广泛。

化学演示实验一般可概括为两种方法：一种是先进行演示实验，根据观察到的现象，引导学生分析并得出结论，这有利于帮助学生形成正确的概念，激发学生的学习兴趣，培养学生的观察、分析、综合与判断的能力；另一种是先向学生讲清楚实验的装置、操作步骤，告诉学生应该观察到的现象和得出的结论，然后用实验证实这些结论或原理，这有利于帮助学生巩固、运用和深化知识。

## 2、中学化学演示实验的要求

### （1）充分准备，确保成功

演示实验一旦失败，将会严重地影响教学效果。为了保证实验成功，教师首先要从思想上重视。认真对待每一个实验和实验的每一个环节。其次，准备工作必须周密细致，对实验所用仪器和试剂、实验时间和反应条件的控制都必须做到心中有数。对难做的实验，例如，氢气跟氯气混合见光爆炸实验，应多次重复预试，认真分析成败原因，掌握成功的关键。

## （2）目的明确，重点突出

一个演示实验要达到什么目的，解决什么问题，突出什么现象，重点示范什么操作，有哪些具体要求等，无论教师还是学生都应该明确。要引导学生观察主要特征，不能仅仅观察某些新奇的现象，要透过现象看本质，从深层次上举一反三，反思知识结构之间的联系。

### (3) 现象明显，便于观察

明显的实验现象能给学生以深刻的印象，这是顺利进行形象思维和抽象思维的基础。演示实验的装置应面向学生，如演示天平称量，指针应朝着学生，便于他们观察。仪器的大小和放置的高低要适当，并随时注意不要让其他仪器挡住学生的视线。为增强实验效果，可根据具体情况，背衬白色或黑色屏，或做空白实验进行对比。有的实验变化细微，可设法用投影仪放大。演示实验切忌走过场，要防止在大多数学生还未看清楚现象时就停止实验。另外在保证实验现象明显的前提下，应尽量使实验装置简单。

#### （4）引导思维，培养能力

明显的现象能给学生以生动的直观印象，但只有通过思考才能完成认识上的飞跃，达到教学目的。为此，教师的演示应与讲述、引导观察、质疑、板书密切配合，让学生明确实验的目的和观察的要求，并对实验装置、操作步骤、观察到的现象进行积极的思考，启发他们对实验现象和实验结果进行分析，经过抽象、概括、总结和归纳，透过现象认识本质，以形成化学概念和掌握基础理论知识。实践证明，在演示实验中教师做必要的讲解和适当地提出思考性问题，都会引起学生的积极思考。因此，在演示实验过程中，尤其要注重培养学生的思维能力。

## （5）掌握时间，保证安全

演示实验是课堂教学的重要一环，必须在较短的时间内完成。教师应周密安排，控制条件，使实验现象适时出现。同时，演示实验必须十分安全。教师应充分认识仪器、药品的性能、化学反应的原理，严格遵守操作规程，对于有危险的实验，必须细致周密地落实预防和补救措施。

## （二）中学化学学生实验的特点和要求

学生实验可以分为边讲边实验、学生实验课、实验习题三种类型，每一种类型的实验都有其特点及具体要求。

### 1、边讲边实验

边讲边实验是教师一边讲，学生一边操作的实验。这种实验模式多用于教授新课。在复习课上，有时为了加深概念的理解，也能适当采用这种模式。从实验内容的角度，边讲边实验通常适用于那些与化学基础知识有密切联系，又能培养和锻炼基本实验技能的实验；或者是那些适合学生水平、操作较为简单、学生能独立完成并易获得正确现象的实验。

## （1）边讲边实验的特点

边讲边实验的特点是在课堂上把教师讲授和学生实验结合起来进行教学。课前在学生的课桌上摆好必需的仪器和试剂。教师在上课讲授过程中，每当需要学生通过实验来认识某一物质的性质及其变化，或形成某一新概念、理解某一新原理时，教师就组织、指导学生进行相应的一个（或一组）实验。学生一边听取教师的讲授，一边通过自己动手操作、观察和思考来获取知识。因此，比起单独由教师演示，学生能更仔细地观察实验现象，对所获得的物质及其变化的印象更加深刻，加深对新概念和新原理的理解，从而使掌握的知识更加牢固。

同时，由于学生亲自动手，能更好地培养学生的实验操作技能、技巧和其他多种能力。整个实验是在教师的指导下进行的，因此教师的主导作用和学生在学习中的主体作用都能得到充分发挥，学生学习的效率和质量都能得到提高。

## （2）边讲边实验的要求

a、精心选择边讲边实验的实验内容。正确地选择边讲边实验的内容的条件：紧密配合教材内容，并为设备条件所允许；实验内容简单，操作方便，时间短；实验现象明显、直观，不易发生异常现象；实验安全可靠，不宜选用产生有毒气体或易发生爆炸的不安全实验；同一节课所做的边讲边实验的数量不宜过多，以免学生疲于实验操作，无暇仔细观察和思考。

b、做好边讲边实验的课前准备工作。首先，教师要对上课时拟做的实验反复预试，除要求掌握实验成败的关键外，还要估计学生在课堂实验时可能出现的问题和大约所需的时间，教师在课堂上指导学生实验时要做到心中有数，并注意控制教学进度。其次，做好学生实验所用仪器、药品的准备，将检查合格的仪器、药品整齐有序地分放在学生的课桌上，讲台上还应另摆放一套，以备教师演示使用。

c、做好边讲边实验的课堂组织和指导工作。上课时要注意把讲授和组织学生实验有机地结合起来。教师要先向学生提出实验目的和要求，交代实验步骤和注意事项，然后学生再动手实验、观察现象。在学生进行实验时，教师要细心地观察学生的操作情况、实验现象和记录情况，并及时指导，必要时还可中断全班实验，纠正出现的普遍性问题。待实验完结后，教师可根据实验结果和实验现象进行提问，如学生的发言有遗漏或错误，则组织其他学生补充或讨论，最后由教师总结。

## 2、学生实验课

学生实验课是在一个单元教材学习之后，为了复习、巩固和验证课堂上所学的知识并系统培养学生的实验能力，由学生独立完成一定实验任务的实验教学形式。

## （1）学生实验课的特点

学生实验课是学生学完某一单元或某一章节之后，在教师的组织和指导下，利用整节课的时间，在实验室里独立运用已获得的知识技能进行实验操作、观察和思考实验现象，做好实验记录，写出实验报告。通过学生实验，能进一步巩固和加深学生已获得的知识，提高学生实验操作技能和独立工作能力，培养理论联系实际的学风、实事求是的科学态度和良好的道德品质。

## （2）学生实验课的要求

a、做好课前准备。师生都应明确每一次学生实验课的目的。教师在实验前应做好实验的预试；备好课后，应把学生实验用品准备齐全，并利用学生的仪器和药品进行全部实验，这样可以进一步检查仪器、药品是否短缺或有效。学生实验桌上的仪器和药品要摆放整齐、合理，这不仅给实验提供方便，而且也给学生做出示范。

b、课堂上检查提问。实验课开始时，教师要进行必要的提问检查，判断学生是否明确本实验的目的、操作步骤和注意事项，这是学生实验成败的关键。此外教师还要对学生实验进行简短的讲述，对初次接触的仪器要做介绍，演示操作要点，结合操作过程交代有关注意事项。这样就能给学生留下直观的印象和感性的认识。

c、辅导耐心认真。在实验全过程中，教师应认真负责，耐心细致地做好辅导工作：既要照顾全班学生的实验正常进行，又要对"两头"的学生做好重点指导，使基础好的学生能更进一步，使基础较差的学生能完成任务。如果发现普遍性的问题或不安全因素，可停止实验，经教师解决后再继续实验。

d、抓好思想教育。在实验课上，要注意对学生进行思想教育，除了辩证唯物主义教育外，还应培养学生遵守纪律、胆大心细、爱护公物、求实探索和勇于创新的良好学习习惯和高尚的道德品质。

e、及时小结实验。实验完毕，教师要对实验情况进行小结，即从实验操作、实验现象、观察记录、科学态度、遵守纪律、道德品质、实验作风等各方面进行全面评述，指出全班实验的优缺点，并分析原因、提出希望，实验小结应以表扬鼓励为主。小结之后，要求学生刷洗整理好仪器，药品归还原位，打扫卫生后离开实验室。

### 3、实验习题

实验习题是学生综合运用已学的化学知识和化学技能，采用化学实验方法来解答的一类化学习题。

## (1) 实验习题的特点

实验习题只给学生提出了题目，而没有提供如学生实验课那样现成的教材，要求学生在实验之前要独立思考、研究，探索解答习题的途径，设计出解答习题的实验方案，经教师审阅批准后实施，其他内容如原理、仪器、药品、方法、步骤、注意事项等也均由学生自己考虑。因此，实验习题既是化学教学中的一种特殊形式的习题，也是要求较高的一种学生实验。实验习题除具有与学生实验课相同的作用外，还在培养学生综合运用知识、技能和实验方法来解决化学问题的独立工作能力方面，在培养学生设计化学实验和探索创造能力方面，以及在进一步激发学生自觉地掌握和巩固化学知识和化学技能的积极性等方面都有良好的效果。

## （2）实验习题的要求

实验习题的特点表明，学生只有在具备了一定的化学知识、化学技能的条件下，实验习题课才能顺利进行。因此，教师可在一定的阶段，如单元复习或总复习阶段，适当地布置实验习题。实验习题可以分散布置在一般的学生实验课中，进行个别实验习题的解答；也可以集中组织几个题目作为节独立的实验习题课单独进行。

为了提高实验习题课的效果，还要求教师做好以下几点：

a、做好实验习题课的准备工作。教师对每个实验习题都必须预做。对一题多解的题目，应对其可能的各种实验设计方案以及相应的实验条件和关键点都必须掌握，以便熟练地进行指导。同时，教师要充分了解学生对化学知识和化学技能的掌握程度，估计学生可能设计出的各种实验方案。在此基础上，充分准备好学生可能要求提供的仪器和药品。

b、加强对学生设计实验方案的组织和指导。教师布置实验习题后，要指导学生钻研实验习题的要求、阅读有关材料、复习有关化学知识、思考解题的实验原理、方法和步骤、预计所需仪器和药品、考虑实验中可能产生的现象、容易出现的错误以及安全注意事项等，最后独立设计出实验方案。实验方案应包括实验题目、内容、仪器药品、操作步骤、预计产生的现象和结论（包括解释和书写化学方程式）。

c、加强学生实验过程中的指导。学生领齐实验仪器和药品后，即可独立进行实验，通过实践验证预计的方案。在学生进行实验的过程中，教师要巡视指导并进行小结，实验结束后要求学生做好实验室的清洁工作，并按时完成实验报告。

d、调动学生做实验习题的积极性和培养他们的创新精神。教师应根据学生的水平和兴趣确定题目，并对学生的设计进行指导。如怎样审题，如何寻找参考资料，需要注意哪些问题等。教师既不包办，又要使学生尽量少走弯路。学生设计的实验，只要原理正确，设计合理，方法可行，就应尽量满足他们的要求，为他们准备好所需的仪器和药品，同时应鼓励富有创新的实验设计方案。对于不适用的设计，也应讲清道理或帮助改进。有的实验习题可以组织学生探讨各种设计方案的优劣，选择较好的方案，再进行实验。让同学们在解决问题的过程中，亲身体验到化学知识的增长和实验能力的提高，从而增强学生对化学实验的兴趣，培养学生勇于创新的精神。

### （三）中学化学活动课程实验的特点和要求

化学活动课程实验是学生综合运用已有的化学知识、实验技能，主要围绕探究性学习、社区服务与社会实践以及劳动与技术教育等，通过活动课程实验来解决化学问题的一种教学组织形式。其主要环节包括查阅资料。方案设计、活动与评价等。一般由学生独立完成。必要时教师可以给予相应的指导。

## 1、中学化学活动课程实验的特点

活动课程实验是指以综合性信息和直接经验为主要内容，有目的、有计划、有组织地以学生为主体，通过他们的亲身体验学习，从而提高学生能力和综合素质的一种实验组织形式。与学科课程实验相比，活动课程实验具有以下特点：

## （1）主题的社会性

活动课程实验是以探究体验为主要形式的实践活动，把智力活动和操作过程更紧密地结合起来，强调"做中学"，重视直接体验和经验学习，重视知（识）行（为）的统一。同时，活动课程实验在活动主题上力求贴近社会生活实际，把学生的理论学习与社会实际生活挂钩，使学生感到学有所用，进一步增强学习动机。

## （2）内容的综合性

活动课程实验的内容可以不受学科知识体系的限制，常以涉及多学科的综合信息和直接经验为主。因此，它有助于弥补按知识体系分科学习的不足，有利于知识的整合运用和能力的均衡发展。

### （3）学生的主体性

活动课程实验尊重学生的主体性和个性发展，强调学生是教育与学习的中心，强调发挥学生自身的主动探索和创造精神，注重学生的自我组织和互相启发。同时，实验过程不拘泥于一种方案和途径，从而为学生的个性化学习留下了广阔的空间，有利于他们的多样化发展。

## 2、中学化学活动课程实验的要求

从活动课程实验的教学过程划分，可以分为实验活动准备、实验活动导入、实验活动实施和实验活动总结四个步骤。在每一个步骤具体实施的过程中，应力求达到以下要求：

## （1）实验活动准备阶段

要求教师和学生共同进行实验活动的准备工作，包括教师研究学生的兴趣、需要和经验，进行实验活动方案的总体设计，学生和教师一起制订活动的具体计划，安排实验活动材料，精心设计实验活动情境。实验活动准备是否充分，是影响实验效率的关键。

## （2）实验活动导入阶段

要求教师和学生明确实验活动的主题、目的和要求，引起学生积极参与实验活动的欲望，激发兴趣，明确问题。这一阶段极大地制约实验的效率，影响学生主动性、创造性的发挥。

### （3）实验活动实施阶段

这是活动课程实验教学过程中的中心环节，要求教师指导学生按照实验活动的目的和要求自主进行实验操作，学生要动脑、动手、直观体验，师生合作完成教学内容和任务。

#### （4）实验活动总结阶段

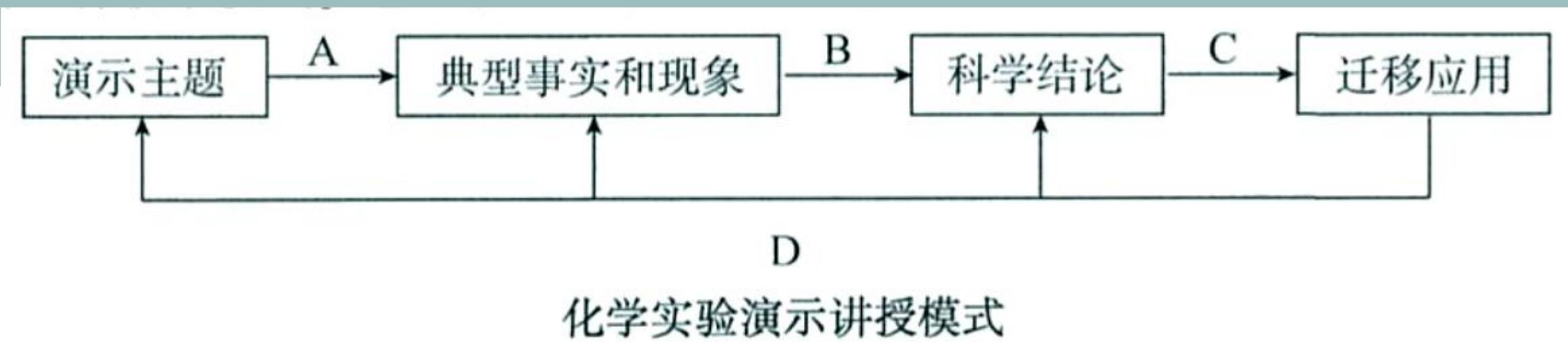
在实验结束时，教师引导学生对完成的实验进行分析、总结和评价，以提高认识，总结经验和教训，形成技能和技巧。

## 四、中学化学实验的教学模式

化学实验教学模式是指在一定的教育思想和教学理论指导下，为完成一定的化学教学目标和任务，而建立的一种比较典型和稳定的化学实验教学程序及实验方法的策略体系。目前，在教学实践中比较常用的有演示讲授模式、实验归纳模式、实验演绎模式和实验探究模式等。

## （一）演示讲授模式

演示讲授模式是一种经典的、较为传统的实验教学模式。它的特点是将化学演示实验与教师的讲解、评述有机地结合起来，以达到预期的教学目的，是中学化学（实验）教学中最为广泛运用的一种教学模式。它的教学程序大体如下：

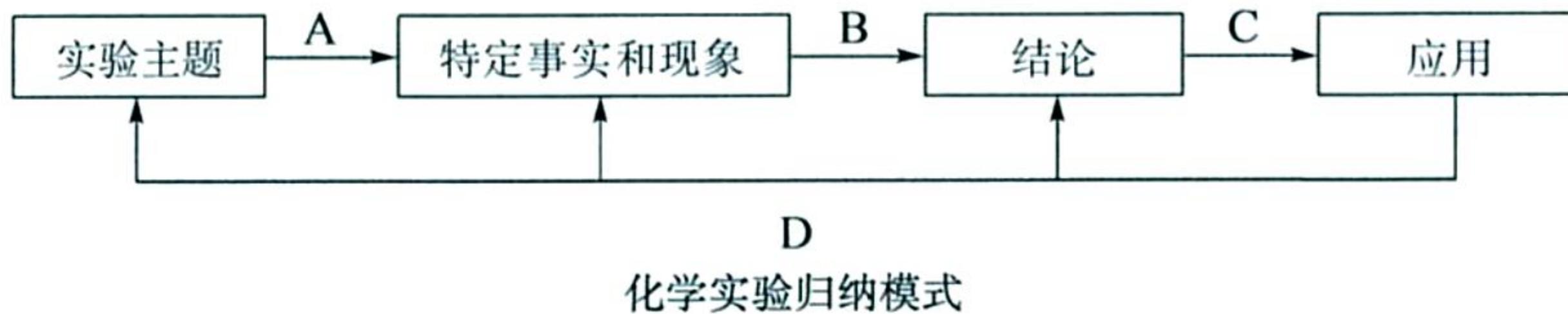


- A 指教师示范操作，用简洁的提示，引导学生观察、思考；
- B 指教师的启发讲解，师生交流；
- C 指提供新事实、新情境，让学生练习运用获得的结论；
- D 指教师（或学生）结合实际的评价、调整。

运用这种模式的关键是要使演示与讲授密切配合，要防止演示离开教师的启发引导形成做"哑巴实验"。或教师讲解超前、过多、过细，干扰学生专注的观察和结合事实现象的思考在教学过程中教师更要注意学生学习积极性、主动性的发挥。

## (二) 实验归纳模式

实验归纳模式是将学生的实验活动与教师的引导提示相结合，通过归纳整理的方法，使学生认识化学概念和化学理论的一种实验教学模式。在中学化学教学中。边讲边实验应该属于这种模式。它的教学程序大体如下：

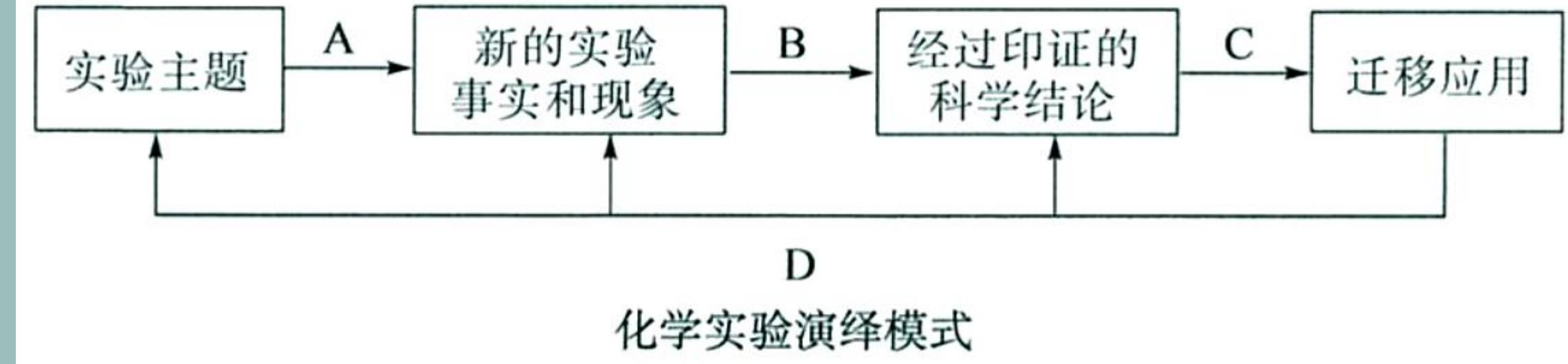


- A 指学生做简易型实验、观察、识记；
- B 指学生（在教师指导下）进行归纳概括；
- C 指结合教学要求的练习运用；
- D 指教学反馈。

实验归纳模式初显了探究性教学的功能。学生能够亲自动手完成实验操作，对实验现象的观察更加细腻、精准，学生的实验操作技能得到训练。因受多种因素的制约，利用这种模式开展的教学活动还不够普遍，微型实验的引入在一定程度上有可能改变这种局面。

### （三）实验演绎模式

实验演绎模式是在学生已有化学知识的基础上，通过新的实验用演绎的方法深化、拓展相关知识。如学生学习了金属活动性顺序，知道排在前面的金属能够把排在后面的金属从它的盐溶液中置换出来。但把金属钠放入硫酸铜溶液中，却得不到金属铜，而产生氢氧化铜沉淀。学生通过实验，推理得出结论，这就是实验演绎模式的教学示例。它的教学程序大体如下：



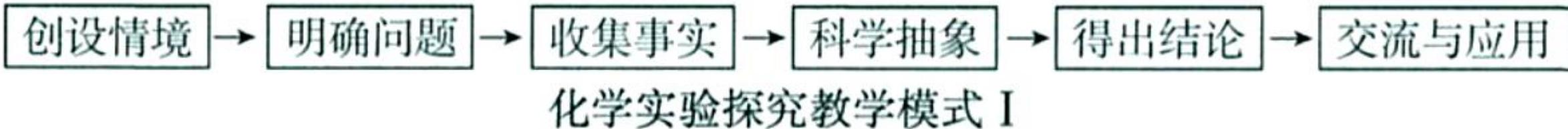
- A 指学生做实验、观察、识记；
- B 指学生（在教师指导下）进行演绎推理；
- C 指结合教学实际进行的练习运用；
- D 指教学反馈。

实验演绎模式不仅对学生巩固、深化、拓展所学知识有重大作用，而且有利于学生思维能力的发展和提高。

#### （四）实验探究模式

实验不仅是一种验证性的实践活动，还是一种探究性的实践活动。早在18世纪，法国思想家、教育家卢梭就提出了探究教学的思想，他主张"用探究的方法创造性地进行学习"。在新的化学课程标准中，实验探究被作为化学实验教学新的目标和方式，实验探究模式成为当前化学实验教学的重要模式。实验探究模式大体分为两种：

## 模式 I :



模式中的科学抽象是指在人的思维中，排除认识对象的非本质属性，而抽取其共同的本质属性的一种方法。科学抽象的进行，需要运用比较、分类、归纳和概括等逻辑方法。因此，教学中应尽可能选用多的具体事例作为探究对象，以便进行更充分的分析、比较、归纳和概括，使得出的结论令人信服。很多元素化合物知识、化学概念、定律、原理等都可运用此模式来进行教学。

## 模式 II :



### 化学实验探究教学模式 II

模式中的假说是指根据已知的实验事实和科学理论，对未知的自然现象及其规律所做的一种推理和解释。假说的形成一般要经过提出假说和验证假说两个阶段。假说的提出通常包括两个环节：一是根据为数不多的实验事实和科学理论提出假设；二是在假设的基础上进行推理和判断。假说的验证包括实验验证和理论验证，其中实验验证是最直接、最可靠、最有力的方式。

实验探究教学模式Ⅰ和模式Ⅱ的划分并不是绝对的。同一教学内容既可以按照模式Ⅰ，也可以按照模式Ⅱ来设计。但两者在培养学生能力方面的作用是有区别的。以假说及其验证为主要内容的模式Ⅱ，由于要求学生要大胆地进行想象和推测，发表自己的见解，因而更有利于培养学生的创造能力。中学生在不同学习阶段的思维特点不尽相同，在高年级更善于进行推理和判断，主动思考问题，发表独立见解。因此，教师可根据教学内容和学生的实际情况，灵活运用不同的教学模式，有计划、有步骤地培养学生的科学探究能力。

# 中学化学创新实验设计原则

# 中学化学创新实验设计原则

## 一、目的性原则

目的性原则是化学实验设计的目标原则。目的性是指化学实验设计的整个过程中，对实验原理、用品、装置、步骤、方法以及实验结果等各方面的设计，都应围绕实验的目的与要求进行。如一氧化碳（CO）还原氧化铜（CuO）的实验，实验目的是说明CO具有还原性，可把CuO中的铜（Cu）还原出来，本身被氧化成二氧化碳（CO<sub>2</sub>）。因此，实验设计的立足点就是如何将黑色的氧化铜转化为红色的铜，如何将CO转化为CO<sub>2</sub>，并能体现出来，并依此选择实验试剂、仪器、装置、反应条件、操作步骤和方法，并可组装成多种有利于黑色CuO转化为红色Cu的实验装置。

## 二、科学性原则

科学性原则是化学实验设计的首要原则。科学性是指实验原理、实验操作程序和方法必须与化学理论知识和化学实验方法相一致。例如， $\text{Na}_2\text{S}$ 和 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 的鉴别，在试剂的选择上就不宜选用硝酸等具有氧化性的酸；在操作程序的设计上，应先溶解、取少量，然后再加试剂，而不能溶解后就加入试剂。

### 三、可行性原则

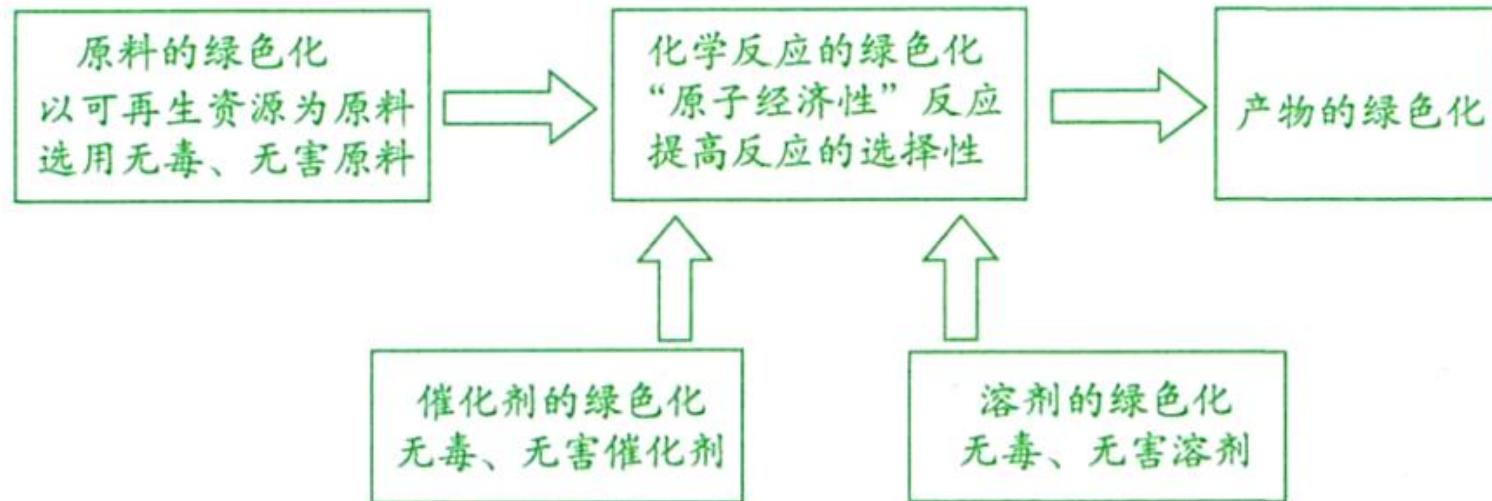
可行性是指设计化学实验时所运用的实验原理在实施时要切实可行，所选用的化学实验药品、仪器、设备和方法在中学阶段能够得到满足。例如， $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 的鉴别，有的学生常选用 $\text{AgNO}_3$ 作为试剂，认为 $\text{AgCl}$ 难溶、 $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 微溶，从而把两者加以区分，事实上，这种方法所依据的原理在实施时是不可行的，因为硫酸银很不稳定易分解成难溶的氯化银；再如，用化学方法鉴别 $\text{N}_2$ 和 $\text{Cl}_2$ ，不能用它们跟氢气的反应来进行区别，因为 $\text{N}_2$ 跟 $\text{H}_2$ 的反应条件在中学阶段很难得到满足， $\text{Cl}_2$ 跟 $\text{H}_2$ 的反应如控制不好则有一定的危险性。

## 四、安全性原则

安全性是指实验设计时应尽量避免使用有毒药品和具有一定危险性的实验操作。如果必须使用，应在所设计的化学实验方案中详细写明注意事项，尽量设计绿色化的实验，以防造成环境污染和人身伤害。

## 化学实验的绿色化设计

从实验设计来看，化学实验的绿色化，就是选取绿色化的原料，采用“原子经济性”的化学反应，使所获得的产物绿色化。



化学实验的绿色化设计示意图

所谓“原子经济性”，是指化学反应该最大限度地利用原料分子中的每一个原子，使它们都结合到目标分子（产物）中去，从而达到零排放（即没有副反应、不生成副产物、不产生废弃物）。一个化学反应的原子经济性程度可以用“原子利用率”来衡量。

$$\text{原子利用率} = \frac{\text{被利用的原子总物质的量}}{\text{使用的所有反应物的原子总物质的量}} \times 100\%$$

## 五、简约性原则

简约性是指要尽可能采用简单的实验装置，用较少的实验步骤和实验药品，在较短的时间内来完成实验。例如， $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{NaBr}$ 、 $\text{HCl}$ 和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 四种溶液的鉴别，有的学生采用常规的组合实验方案列出四组平行实验共计12个操作步骤，有的学生运用分析推理只用6个操作步骤就完成了鉴别，相比之下，后一种设计简化了实验程序，减少了药品用量和工作量，在较短的时间内完成了鉴别，符合简约性原则。

## 六、直观性原则

直观性就是设计的实验现象要直观、鲜明。因为直观、鲜明的实验现象才能对感官的刺激达到一定程度和强度，才能使人们更好地感知。例如，设计氢氧化亚铁制备的实验，就应考虑生成的氢氧化亚铁的性质，应采取实验措施，尽量排尽硫酸亚铁溶液和氢氧化钠溶液中溶有的氧气，并使二者的反应在隔绝空气的条件下进行，使生成的氢氧化亚铁能直观、鲜明地展现，这样来体现实验设计的直观性。

## 中学化学创新实验设计的基本步骤

化学实验设计一般包括实验目的、实验原理、实验试剂、实验条件、实验装置、实验操作、实验结果等要素的设计。各要素之间相互联系，互相影响，具有一定的规律。因此，化学实验设计应遵循各要素间的影响规律，按一定的步骤和方法进行。

## 一、明确实验目的

任何实验活动都有其实验的目的。化学实验设计中明确实验目的，就是要明确设计的实验要解决什么问题，为什么要设计此实验，因此，这是化学实验设计者首先应弄清的问题。例如，设计Cu与稀硝酸（ $\text{HNO}_3$ ）反应的实验，就应明确该实验是要说明稀 $\text{HNO}_3$ 的氧化性，说明Cu与稀 $\text{HNO}_3$ 的反应原理，尤其是要说明一氧化氮（NO）气体的生成，明确由于NO有毒，该实验装置应该具有环保性的要求。

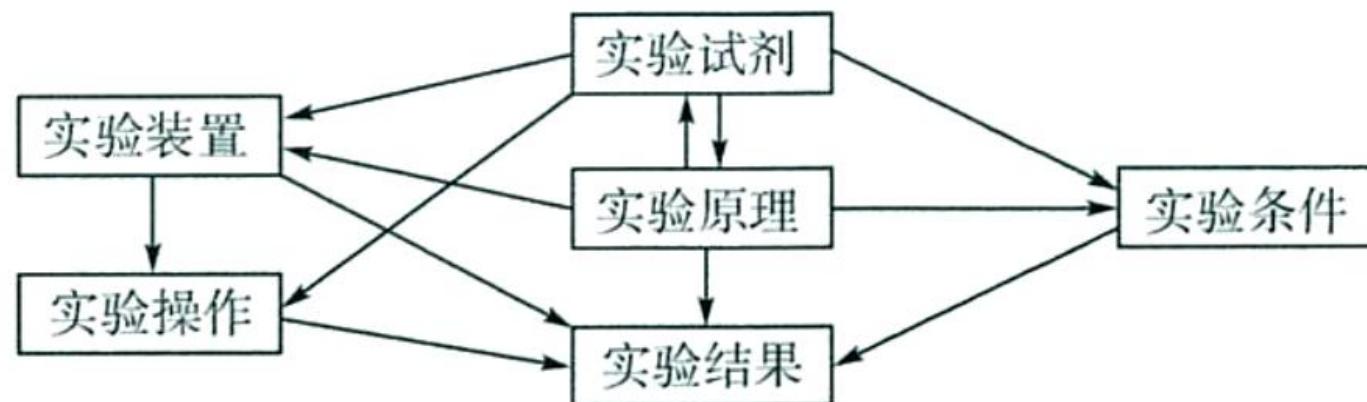
## 二、弄清实验原理

从化学实验主要内容因素来看，化学实验是由实验原理、实验试剂、实验条件、实验装置、实验操作、实验结果等要素组成的有机整体。其中化学实验原理处于诸要素的核心地位，对其他要素起着支配和影响的作用。因此，只有弄清实验原理，才能合理设计实验。

例如，设计一个简易启普发生器用来制备氢气。该实验设计应该明确两个方面的原理：①较活泼金属跟稀硫酸发生置换反应可制取氢气，且含有杂质的金属可同时发生原电池反应，能加快氢气的制取；②启普发生器的工作原理。在弄清上述两个实验原理的基础上，就可以合理地选择实验试剂（锌、稀硫酸、少量硫酸铜）、实验仪器（如长颈漏斗、具支大试管、胶垫、单孔胶塞、止水夹等），并设计出合理的实验操作步骤等。

### 三、精心设计实验

构思实验设计，离不开实验原理，因为化学变化的发生及其结果的实现、实验试剂的选择、条件的确定、方法的控制、装置的构成和操作的设计，无不受到一定的原理支配。实验原理对其他实验要素起着支配和影响的作用，其他各要素之间也存在一定的相互制约与影响的作用，如图所示。



化学实验要素及其相互关系

### (1) 依据实验原理选择实验试剂和实验条件

例如，制备氯气的实验，依据  $MnO_2 + 4HCl \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ ，选择  $MnO_2$  和浓盐酸作为实验试剂，酒精灯加热为实验条件。

### (2) 依据实验原理、实验试剂、实验条件选择实验仪器，设计实验装置

如上述事例依据两种反应物的性质和反应条件，即固体与液体进行加热反应，选择分液漏斗、圆底烧瓶、酒精灯、铁架台等组成气体发生装置。依据产物  $Cl_2$  的状态、毒性及性质，选择和设计气体收集装置（或前面设计除杂、干燥装置）、尾气吸收装置。

(3) 依据实验原理、实验装置、实验试剂设计实验操作及其程序

设计实验操作及程序：

①要考虑实验的整个过程，符合实验原理、实验过程的变化规律；

②要考虑各种试剂及仪器的特点，进行规范操作，并提出实验过程

中的注意事项；

③要预测实验对象正常的和可能出现的现象；

④要考虑实验的安全及环保因素等。

上述事例中， $\text{Cl}_2$ 制备的总操作程序：氯气的制取→氯气的收集（或前面再加氯气的净化）→尾气的吸收。

具体操作：按实验装置图组装实验装置→检查气密性→装入试剂（在烧瓶里加入少量 $\text{MnO}_2$ 粉末，在分液漏斗里加入适量密度为 $1.19\text{ g/cm}^3$ 的浓盐酸，在尾气吸收装置的烧杯里加入适量氢氧化钠溶液）→操作控制（通过分液漏斗加入适量浓盐酸与 $\text{MnO}_2$ 混合，并缓慢加热圆底烧瓶，排空气）→向上排空气法收集氯气→吸收尾气。

操作注意事项：①缓慢加热；②有效的尾气吸收。

# 中学化学创新实验设计策略

## 中学化学创新实验设计的基本类型

在教学中，化学实验设计具有重要意义。首先，它可以激发学生的化学学习兴趣。学生根据自己所学的化学知识，独立地或在教师启发下，设计出各种实验方案，成功地解决化学实验问题，从而产生成功后的喜悦，激发更大的学习热情，成为进一步学习的强劲动力；其次，设计化学实验方案需要学生灵活地和创造性地运用所学的化学基础知识和基本技能，因而可以培养他们解决化学实际问题的能力和创新能力；同时，进行化学实验设计还需要学生掌握各种科学方法（如实验、测定、实验条件的控制、假说等），具有严肃认真、一丝不苟和敢于创新的科学精神，因而有利于学生科学方法的训练和科学态度的培养；此外，化学实验设计还是培养化学教师实验研究能力的重要途径和方法。依据化学实验内容的不同，可以将化学实验设计分成以下三种类型。

## 一、物质的制备（或合成）实验设计

将自然界中的物质用化学方法制备出来，或用化学方法创造出自然界中没有的新物质。都离不开物质的制备（或合成）实验。此类实验的设计，应尽可能提供多种制备方法，寻找多种合成路径，在对原理、装置、操作、经济和安全等方面进行较为系统的分析、比较后，从中优选出较为理想的实验方案。

## 二、物质的分离与提纯实验设计

要想得到纯净的化学物质，需要进行物质的分离和提纯实验。此类实验的设计首先需要了解所要分离与提纯的化学物质及其所在体系的特点，据此选择分离与提纯的具体方法。常用的分离与提纯方法主要有过滤、结晶（重结晶）、蒸馏、萃取、色谱法等。

### 三、物质的表征实验设计

对于通过分离与提纯得到的化学物质，还需要进行"表征"。所谓物质的表征，是对构成物质的成分、含量、价态、结构等特征的描述。对物质的表征，需要运用化学分析法和仪器分析法。运用化学分析法，可以对物质的成分进行检验和鉴别。此类实验的设计应先进行外观观察，然后准备试样进行实验，并根据物质的特殊性质来确定其成分，因此，此类实验也可称为性质表征实验。运用仪器分析法可以对物质的结构进行鉴定，因此，这类实验也可称为结构表征实验。此类实验的设计首先需要了解典型离子或官能团在光、电、热、磁等方面的特征，然后根据其特点和学校的实验条件，选择恰当的仪器进行实验。

## 化学分析法与仪器分析法

化学分析法是以化学反应为基础的一类分析方法，包括定性分析（物质的检验、鉴别）和定量分析。在定量分析中，通过称量产物的质量来计算被测组分的含量的方法，称为"重量分析法"；通过滴定的方式将已知准确浓度的试剂定量地加到被测试液中与被测组分按化学计量关系刚好反应完全，从而计算出其含量的方法，称为"滴定分析法"（包括酸碱中和滴定、配位滴定、氧化还原滴定和沉淀滴定等）。

仪器分析法是以物质的物理或物理化学性质（光、电、热、磁）为基础的一类分析方法，这类方法一般需要使用一些实验仪器。根据测量原理和信号特点，可以将仪器分析法大致分成光学分析法、电化学分析法、色谱分析法和其他仪器分析法四大类。

只有使实验方法论与化学实验方法相融合，才可以保证化学实验的科学有效进行。高中化学课程标准中涉及了现代仪器分析的四大类仪器或方法，但并不是要求学生都掌握，要求的程度是有区别的。对于红外光谱仪、原子吸收光谱仪、核磁共振仪、质谱仪等，只要求学生知道它们是现代分析仪器，在物质的组成和结构的测定中具有重要作用即可；而对于比色法、气相色谱法、电化学分析法，则要求能在具体的化学实验中加以运用。

## 中学化学创新实验设计的基本策略

化学实验改进与创新方案的构思、设计是一种开放式的、创造性的思维活动，其策略和方法也没有固定的模式可循。下面仅结合化学实验改进与创新的类型进行介绍。

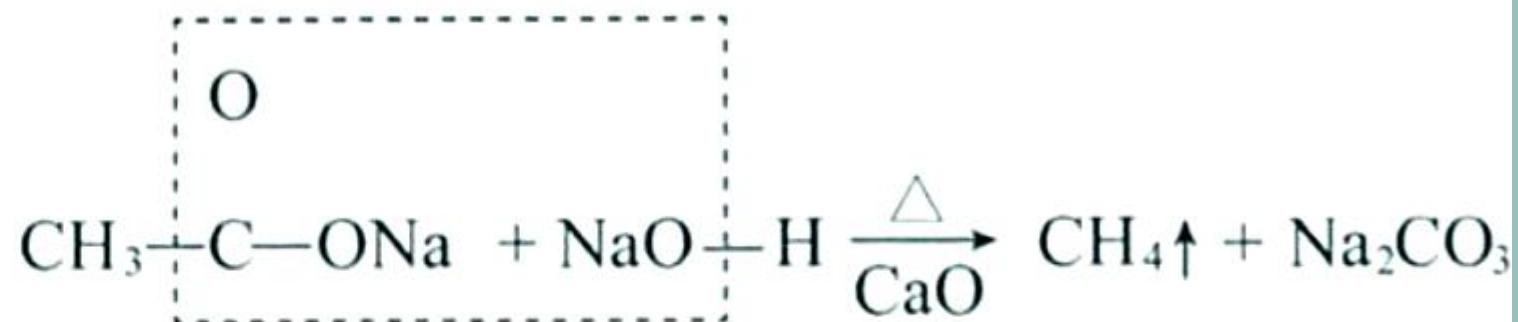
## 一、依据教学中实验问题的策略

问题策略指化学实验改进与创新的课题应主要来源于化学实验教学的实践，在实验教学和实践中发现问题、提出问题，开展行动研究，通过改进与创新去解决问题。例如，铜片与浓 $H_2SO_4$ 在加热条件下反应，通常会有黑色的物质生成，有时还会有白色物质析出，这与教材提供的反应原理有悖。这是为什么？如何通过改进实验避免黑色物质生成，且使反应后的溶液呈蓝色，从而较好地配合铜与浓硫酸反应一般规律的教学，这就成了改进与创新实验的一个课题。此外，按苏教版教材装置进行实验容易发生倒吸现象，尾气污染会危害师生的健康等。问题策略要求师生要善于发现问题，更要注意对问题进行研究，具有抓住问题不放的探究精神，这也是培养学生问题意识、创新精神的重要途径。

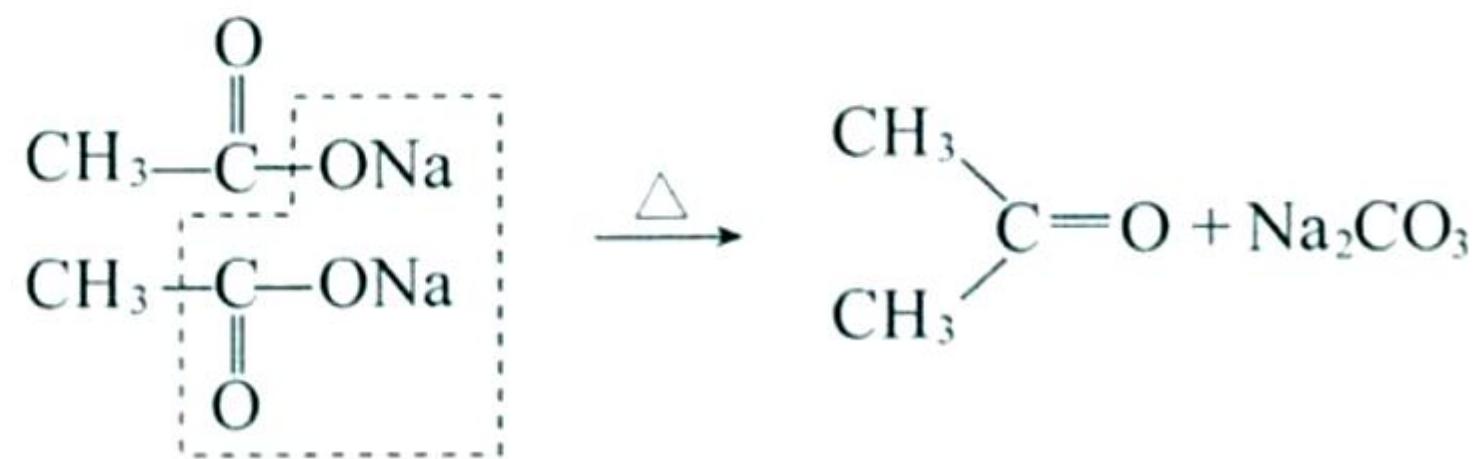
## 二、依据反应原理的策略

化学反应原理是化学实验设计中的核心要素。化学实验改进与创新中化学反应物的优选、化学操作过程的优化、化学实验装置的改进，都与反应原理密切相关。因此，研究反应原理是实验成功的关键，依据反应原理对实验进行改进与创新就是抓住了实验的本质，是化学实验改进与创新的重要策略。例如，用无水醋酸钠（ $\text{CH}_3\text{COONa}$ ）和碱石灰制备甲烷（ $\text{CH}_4$ ）时，常表现为产气少、速度慢、燃烧火焰带黄色，有时甚至会出现使高锰酸钾（ $\text{KMnO}_4$ ）溶液及溴水褪色等与理论不相符的现象，而使实验失败，对此实验的改进与创新可从制取甲烷的化学反应原理入手。

制取  $\text{CH}_4$  的反应为：



副反应为：



由上述主、副反应可看出，当氢氧化钠（NaOH）量不足，且加热过猛时，就会发生两分子 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 结合生成丙酮（ $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ）和碳酸钠（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）的副反应。想要保证 $\text{CH}_4$ 的生成就必须保证有足量的NaOH与 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 反应。要减少 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 的产生，就应在足量的NaOH的基础上缓慢加热。而市售的碱石灰是氢氧化钠与氧化钙的混合物，NaOH含量只占总量的1/7左右，且碱石灰容易变质，实验室里的碱石灰中的NaOH不能满足 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 脱羧反应的需要，因而容易发生副反应，生成 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 。此外，理论和实践研究表明，上述制备反应在无水条件下利于 $\text{CH}_4$ 的生成。氧化钙（CaO）在制备过程中正是起着吸收水分的作用，同时也起着减少NaOH固体在高温时对试管的腐蚀的作用。因此，对实验的改进与创新就可针对上述实验原理，对碱石灰的使用加以改进。

### 三、探究最佳反应条件的策略

化学实验的成功，首先决定于反应物自身的性质，其次是外界诸多实验条件、实验操作的影响。因此，实验的改进与创新离不开对实验最佳反应条件的探究。影响化学反应速率、限度及实验现象准确性的外界条件很多，常见的有反应物的浓度。反应物的纯度。反应物的用量比、反应物的接触面积、反应温度、反应体系压强、催化剂等。要改进和创新某些实验，保证实验成功，提高实验的教学质量，就必须针对影响实验成败的条件进行分析、探究，寻找出最佳实验条件。

## 四、改进实验装置的策略

实验装置是实验的载体，是影响实验的又一重要因素，因此，对实验的改进与创新自然离不开实验装置的改进。改进与创新实验装置一般有如下常见策略：

### 1. 简约化策略

这种策略就是简化某些常规实验装置。在不影响实验效果的前提下。尽量采用仪器设备少、用药少、装置简单或微型的实验装置。

## 2. 环保化策略

这种策略是从环境保护的角度，倡导绿色化实验，对一些实验过程中产生有害气体且污染环境的实验装置进行改进与创新。对这类实验装置的改进与创新，主要是设计封闭的实验装置。封闭的实验装置应包括气体发生装置、气体收集装置、气体性质验证装置、尾气的收集和处理装置、导气装置等。

### 3. 集约化策略

这种策略就是把有联系的若干个实验通过某种形式联系、集合在一起。这种集约化不是简单地将若干实验连接，而是在原有基础上将实验装置有机组合，使实验既便于操作又便于观察，且实验效果好。这种集约化的结果，不仅可以帮助学生将有关的知识、技能联系在一起，即知识、技能的结构化，而且还有利于减少试剂的消耗和对环境的污染。

### 4. 变换输出策略

这种策略是通过变换信息输出形式，使得实验现象更加鲜明、直观，观测更加方便。

## 5. 非常规仪器的使用策略

非常规仪器指非常规通用仪器（如横口管、叉形管、H形管等）和非化学仪器（如医用注射器、医用小药瓶、塑料瓶、气球等）。研制和使用非常规仪器对于实验的改进与创新，通常可以使装置简约化与微型化。可以因地制宜，就地取材，可以弥补常规仪器化实验装置中的某些功能不足，优化实验装置，提高实验效果。

## 五、优化实验操作过程的策略

实验操作过程优化策略就是在改进与创新实验时，对传统实验操作过程进行简化与优化。实验操作过程的合理化、科学化是实验顺利完成的保障。传统的化学实验一般都有较为合理操作过程，都是一定历史时期教学经验和教学研究的产物。但随着社会对实验教学要求的提高和人们对实验认识的发展，有必要对某些实验操作过程进行优化，进一步改进与创新。优化实验操作过程一般可以从简化实验操作、强化实验现象和提高实验效果入手。

对于实验现象变化不太明显的实验，可以采用对照实验或设法将现象放大的实验操作来强化实验现象。例如，采用投影仪放大实验现象。用盛水烧杯起凸透镜作用。放在试管前面把试管内实验现象放大；对于观察有颜色变化而现象又不太明显的实验，可以通过采用白色或黑色衬板的操作来强化实验现象等。

## 六、创造性思维的策略

化学实验的改进与创新都离不了创造性思维的活动。创造性思维活动是发散思维和集中思维、形象思维和抽象思维、直觉思维和逻辑思维、显意识思维和潜意识思维等多种思维协调活动的综合体。在化学实验的改进与创新中，积极开展创造性思维活动和教学策略，对实验的改进与创新具有积极的作用。

# 中学化学创新实验设计案例

 <a href="#">_创新实验_中存在的问题及其改进_省略_省高中化学青年教师教学基... WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">2017江苏省化学创新实验比赛观摩有感_朱清勇 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">SPSS_16.0软件在化学正交试验中的应用_李艳玲 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">初中毕业生化学实验素质现状及教学对策_孙成余 WPS PDF 文档</a>
 <a href="#">刍议提升教师实验素养的四种意识_省略_年赣州市实验创新设计竞... WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">从美的发生到美的体验_美的创造_省略_用可视化实验室实现美育渗透... WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">从制备硅酸凝胶的实验探究谈_强酸制弱酸_规律_朱正德 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">过氧化钠化学性质教学的创新实验设计_张德贵 WPS PDF 文档</a>
 <a href="#">基于学科核心素养的初中化学教学设计_以_质量守恒定律_为例_胡巢... WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">介绍一例美_趣兼收的观赏实验_叶漫 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">利用滤纸做系列创新实验_王子亮 WPS PDF 文档 63.5 KB</a>	 <a href="#">宁波市高中化学创新实验作品荟萃_包朝龙 WPS PDF 文档</a>
 <a href="#">浅谈初中化学实验改进与创新的策略_钱勤 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">浅谈高中化学随堂分组实验的教学设计_李银涛 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">设计创新实验_突破教学难点_陈玉荣 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">神奇的_水中闪火花_创新实验的设计_杨青山 WPS PDF 文档</a>
 <a href="#">师范化学创新实验的探索与实践_黄宝圣 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">实验创新的成果应用于课堂教学的实践与反思_许乃义 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">塑料矿泉水瓶在初中化学实验中的妙用_宋守娟 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">谈探究碳酸钠性质实验的创新_周存军 WPS PDF 文档</a>
 <a href="#">提升化学教师实验素养的路径思考_基于一次实验技能大赛_陆燕海 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">有关二氧化碳制备及性质的三个创新实验_金怡 WPS PDF 文档</a>	 <a href="#">中学化学数字化实验的发展与应用_裴传友 WPS PDF 文档</a>	



# 2015年全国第十二届 化学实验教学创新研讨会



## 附录九 常用酸碱溶液的配制

溶 液	摩尔浓度(近似值)	配 制
酸: 浓盐酸	12	$d=1.19$ 38%(质量)
稀盐酸	6	浓盐酸: 水=1:1(体积)
稀盐酸	2	$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ : 水=1:2(体积)
浓硫酸	18	$d=1.84$ 98%(质量)
稀硫酸	3	浓硫酸: 水=1:5(体积)
稀硫酸	1	$3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ : 水=1:2(体积)
浓硝酸	14.5	$d=1.40$ 65%(质量)
稀硝酸	6	浓硝酸: 水=10:14(体积)
稀硝酸	2	$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ : 水=1:2(体积)
冰乙酸	17.5	$d=1.05$ 99.8%(质量)
稀乙酸	6	冰乙酸: 水=350 mL: 650 mL
稀乙酸	2	$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ : 水=1:2(体积)
碱: 浓氨水	15	$d=0.90$ 28%(质量)
稀氨水	6	浓氨水: 水=2:3(体积)
稀氨水	2	$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3(\text{aq})$ : 水=1:2(体积)
氢氧化钠	6	$\text{NaOH}$ 240 g/L
氢氧化钾	3	$\text{KOH}$ 168 g/L
氢氧化钡	0.2	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 60 g/L, 过滤
石灰水	0.02	饱和石灰水澄清液

### 实验三 二氧化碳制取和其性质实验的微型化一体设计

#### 【原理】

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ， $\text{CO}_2$ 可以使紫色石蕊试液变红， $\text{CO}_2$ 也可以使澄清石灰水变浑浊。

#### 【器材】

微型气体实验器、微型集气瓶、胶头滴管、塑料滴管、带导管的单孔橡皮塞、T形管、胶皮管、橡皮塞、小烧杯、酒精灯、石灰石(或大理石)、稀盐酸(1:2)、紫色石蕊溶液、澄清石灰水、细镁带、稀氢氧化钠溶液。

#### 【操作】

1. 如图4-42所示，在组装仪器时，T形管和微型集气瓶的导管、带橡皮塞的导管之间要紧密接触，使微型集气瓶能够向上直立起来。

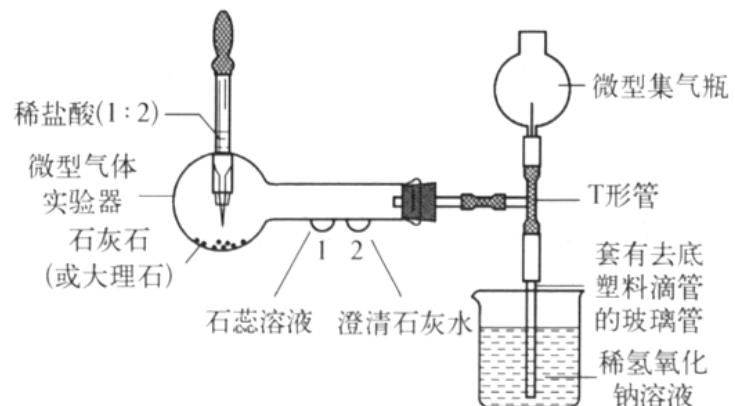


图4-42 二氧化碳的制取和其性质实验的微型化一体设计

2. 把一只塑料滴管从中间剪开，将一只玻璃管塞进带有细径的一半，制成套有去底塑料滴管的玻璃管，将细径部分插入T形管内，并用胶皮管连接密封好。
3. 在微型集气瓶的瓶口塞紧一只橡皮塞，将套有去底塑料滴管的玻璃管的下端插入盛有少量水的小烧杯中。挤压胶头，导管口有气泡产生，松开手，导管内形成一小段水柱，过一会儿，液面不下降，说明装置不漏气。
4. 在微型气体实验器底部的凹坑内加入适量细小的石灰石，再用塑料滴管分别在直管部分的小凹坑内滴入1~2滴紫色石蕊溶液和1~2滴澄清石灰水。
5. 在胶头滴管内吸入稀盐酸，插入微型气体实验器的支管内，在微型集气瓶的瓶口塞一团棉花，挤压胶头，滴入稀盐酸，制取二氧化碳，在微型集气瓶内用向上排气法收集二氧化碳，过一会儿用燃着的木条检验二氧化碳。
6. 将生成的二氧化碳在装置内直接和小凹坑内的紫色石蕊溶液、澄清石灰水反应，要注意观察实验现象，比较反应前后的变化。
7. 用砂纸把镁带表面的氧化层除去，剪成细条，再绕成螺旋状，点燃后立即插入充满二氧化碳的微型集气瓶内，同时挤压塑料滴管的吸泡，滴入稀盐酸，补充二氧化碳的量，观察镁带在二氧化碳中燃烧的现象。
8. 用橡皮塞塞紧微型集气瓶的瓶口，再制取少量二氧化碳，排除细径内的空气。然后再反复挤压几次胶头(滴管内少量的稀盐酸已经消耗完)，促使二氧化碳的溶解。稍等一会儿，我们看到氢氧化钠溶液通过细径被吸进微型集气瓶中，形成喷泉。最后整个微型气体实验器和微型集气瓶内都有大量液体。



图 6-11

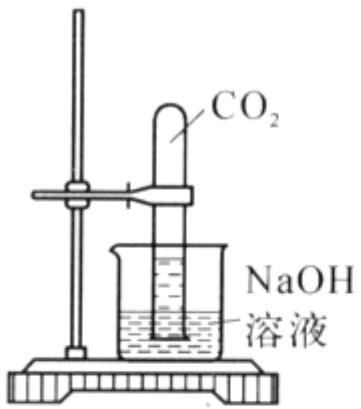


图 7-15 氢氧化钠溶液与  
二氧化碳反应

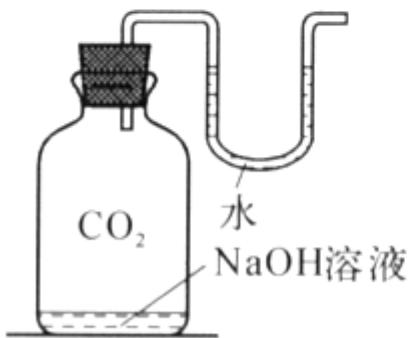


图 7-17 氢氧化钠溶液与  
二氧化碳反应



图 7-16 氢氧化钠溶液与  
二氧化碳反应

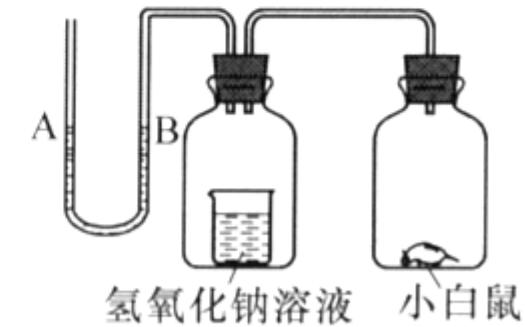


图 7-18 氢氧化钠溶液与  
二氧化碳反应



# 中学化学 疑难辨析

吴星 吕琳 张天若 编著

<<<化学是在分子层次研究物质的结构与组成、性能与用途的一门基础自然科学。其目的是创造和识别分子。化学科学的发展和化学与相关科学的渗透与融合，使化学在生命、能源、材料、环境等领域中的应用越来越广泛，化学已经成为新兴、朝阳科学发展的基础。化学科学研究成果的广泛应用，使化学渗透到了人类生活的每一个角落。<<<

江苏教育出版社

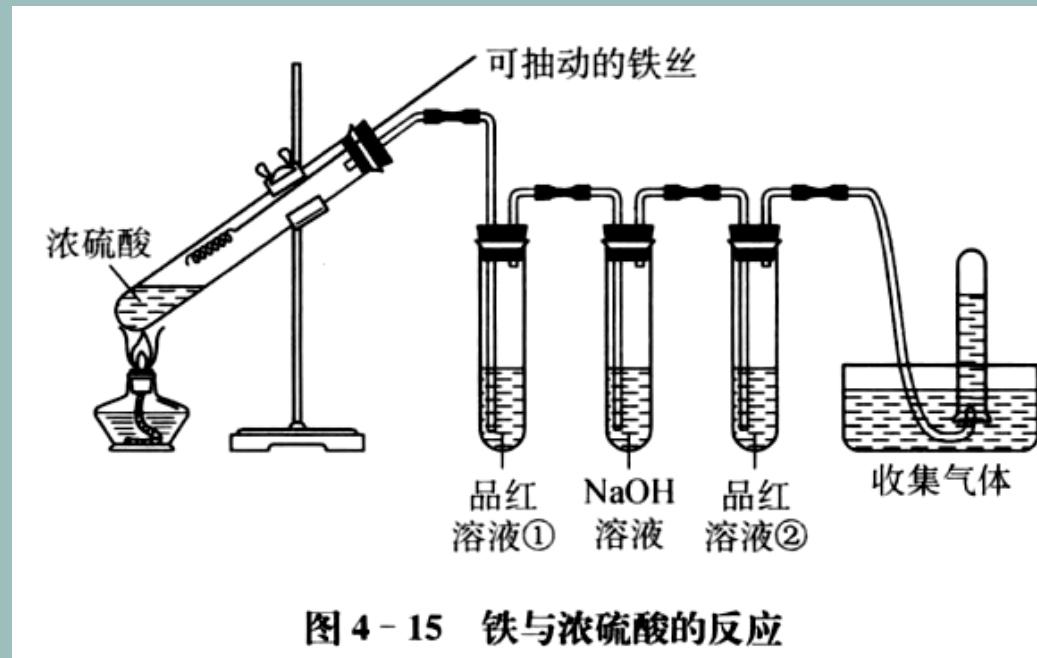
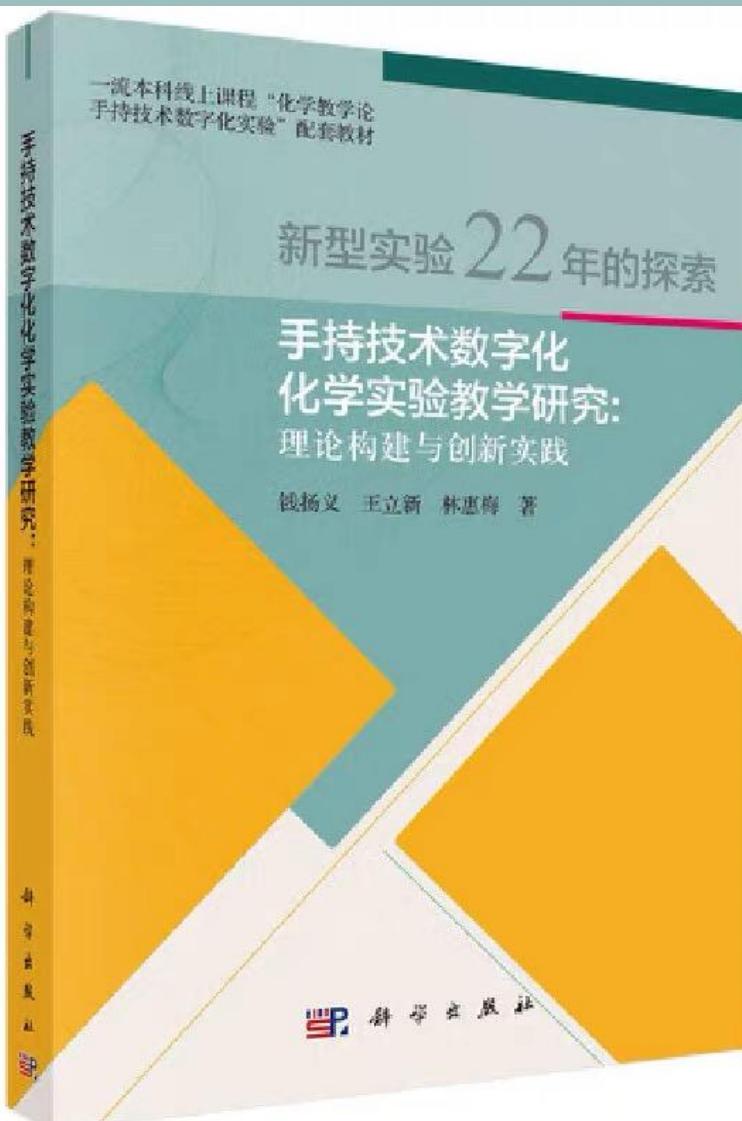


图 4-15 铁与浓硫酸的反应

表 4-10 铁与硫酸反应的实验结果

$c(\text{H}_2\text{SO}_4)$	反应条件	品红溶液①	收集气体	KSCN 溶液	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液
$18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	加热	褪色	无	血红色	无现象
$12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	常温	稍有褪色	无	浅血红色	无现象
	加热	褪色	无	血红色	无现象
$10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	加热	褪色	少量, 不爆鸣	血红色	蓝色
$6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	加热	稍有褪色	有, 爆鸣	血红色	深蓝色
$3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	加热	无现象	有, 爆炸	无现象	深蓝色



01:20 01:17 01:19

**化学教学论手持技术数字化实验**  
华南师范大学 钱扬义等  
课程介绍 课程大纲 评价(514)  
第4次开课 2021-03-20 至 2021-06-10  
当前开课已结束  
错过本次精彩内容? 报名下一次开课

**中学化学实验及实验教学研究**  
福建师范大学 陈燕等  
课程介绍 课程大纲 评价(186)  
第8次开课 2021-09-01 至 2021-10-31  
距离开课还有24天

**名侦探柯南与化学探秘**  
中南大学 徐海等  
课程介绍 课程大纲 评价(493)  
第7次开课 2021-07-31 至 2021-12-31  
进行至第2周, 共22周

### 课程介绍

与慕课配套的教材出版啦! 欢迎各位购买!

已参加, 查看内容

### 课程介绍

- 本课程集化学实验研究和化学实验教学研究为一体, 通过研究中学化学实验和教学的原理、过程、内容和方法, 掌握其中的基本知识与技能, 获得化学实验教学及研究的初步能力, 为从事中学化学教学工作、实施学科素养教育及创新教育奠定基础。
- 课程包含实验研究和实验教学研究两部分。实验研究由基本实验技能训练、实验改进、情景模拟及问题解决实验模块构成; 实验教学研究则由演示实验、学生

更多

立即参加

### 课程介绍

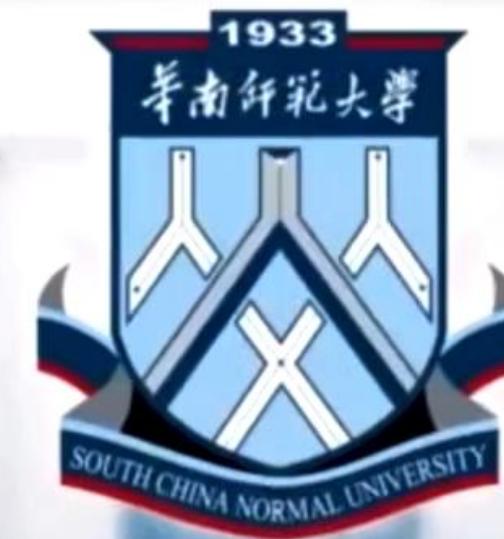
名侦探柯南是广大青少年非常熟悉的动漫作品, 其中蕴藏着丰富的科学特别是化学知识。从2012年起, 徐海老师在中南大学开设了“名侦探柯南与化学探秘”课程, 深受学生们欢迎。本课程结合柯南动漫剧情, 设计了内容丰富、形式多样、引导思维、情景感受强且学生喜闻乐见的八大栏目。这些栏目包括“跟柯南温剧情、跟柯南学化学、跟柯南走四方、跟柯南炫魔术、跟柯南妙推理、跟柯南听音乐、跟柯南做练习、跟柯南作总结”等。有效地启迪了学生智慧, 培养了科学精神。开设课程以来得到中央电视台, 人民日报, 新华社等众多媒体报导,

更多

立即参加



### 3.1.3 不同浓度乙醇溶液的火焰划分



华南师范大学  
SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

# 数字化实验与中考化学试题融合探究

文 | 缪 徐

随着教学方式的变革和教育技术的进步,数字化实验逐渐走进中学化学课堂。数字化实验中已广泛应用数字信息系统(DIS),它由“传感器+数据采集器+计算机(含配套使用的通用和专用软件)”构成,可定量采集数据并以图表形式清晰呈现出来,是一种现代化的新型实验技术手段<sup>[1]</sup>。数字化实验得到的曲线和数字,直观可看、真实可靠,有助于增强学生的证据意识,依据证据分析变化的本质和规律;有助于打通宏观、微观两个认识视角,进而从宏观、微观、符号、曲线不同维度认识和理解化学变化,促进学生的深度学习。基于数字化实验的教学价值以及“教、学、评一体化”的教学要求,近年来,各地化学高考、中考中出现了不少以数字化实验为情境的试题。下面,笔者结合初中化学教学实际探究数字化实验与中考化学试题的有机融合。

## 一、数字化实验与中考化学试题融合的形式

当前的初中化学实验中,应用较多的数据传感器有温度传感器、气压传感器、电导率传感器、pH传感器、氧气或二氧化碳浓度传感器等。近两年的中考化学试题中,以传感器创设试题情境的形式有以下几种。

### (一) 以气体浓度传感器创设情境

【题1】某化学兴趣小组借助氧气传感器探究微粒的运动,利用数据处理软件实时绘出氧气体积分数随时间变化的曲线。该小组收集一瓶氧气进行以下三步实验:①敞口放置;②双手贴在塑料瓶外壁上;③将塑料瓶的瓶口朝下。三步实验中测得氧气的体积分数随时间变化的曲线依次为图1中的MN段、NP段和PQ段。



图1 氧气传感器实验

- 能够说明氧分子不断运动的曲线是\_\_\_\_\_。  
A. MN段 B. NP段 C. PQ段
- MN段和NP段相比较,说明\_\_\_\_\_。
- 随着实验的进行,传感器测出氧气的体积分数约为\_\_\_\_\_时几乎不再变化。

### (二) 以气体压强传感器创设情境

【题2】某化学兴趣小组对CO<sub>2</sub>的性质进行探究。实验步骤如下。

步骤1:如图2所示装置的气密性良好(a处连接气体压力传感器),甲、乙、丙三只烧瓶的容积均为250 mL,分别收集满CO<sub>2</sub>,三只注射器内各装有85 mL液体。

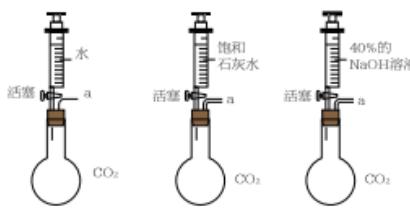
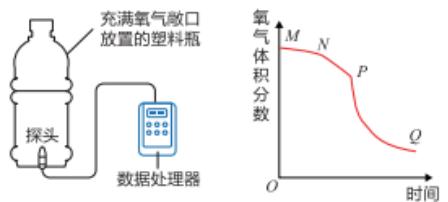


图2 气体压强传感器实验

步骤2:三个学生同时迅速将注射器内液体全部注入烧瓶中,关闭活塞;一段时间后,同时振荡烧瓶。



步骤3:利用“数字化实验”测定烧瓶内的气压变化,得到如图3所示的烧瓶内压强与时间关系的曲线图,曲线1、2、3分别表示甲、乙、丙三个烧瓶内的气压变化。

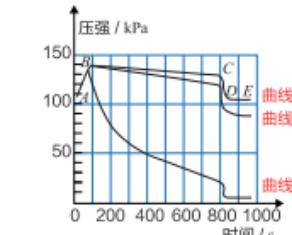


图3 实验数据(曲线)

- 实验过程中,观察到烧瓶乙中有白色沉淀生成。写出该反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。
- 曲线1中BC段气压逐渐变小的原因是\_\_\_\_\_,导致CD段气压快速变小的操作是\_\_\_\_\_。
- 对比曲线1与曲线3,能得出的结论是\_\_\_\_\_(填序号)。  
A. CO<sub>2</sub>溶于水。  
B. CO<sub>2</sub>与水发生反应。  
C. CO<sub>2</sub>与NaOH溶液发生反应。

### (三) 以pH传感器等创设情境

【题3】中和反应是一类重要的化学反应。某学生利用图4所示装置研究稀盐酸与氢氧化钠溶液反应的过程,并用pH和温度传感器探究反应过程中相关物理量的变化情况,得到图5和图6。

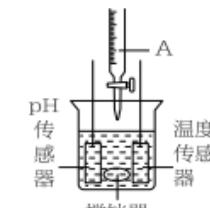


图4 传感器实验

- 烧杯中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

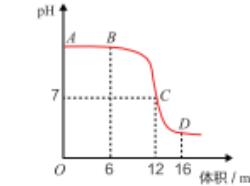


图5 pH传感器实验数据(曲线)

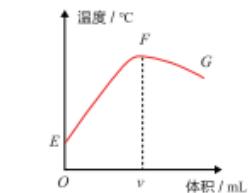


图6 温度传感器实验数据(曲线)

- 仪器A中溶液的溶质是\_\_\_\_\_。
- 图6中v的数值最接近\_\_\_\_\_(填“6”“12”或“16”)。
- 下列说法错误的是\_\_\_\_\_。  
A. 图5中B点所示溶液中的溶质是NaCl和NaOH。  
B. 取图5中D点所示溶液加热蒸干所得固体为纯净物。  
C. 图5中C→D所示溶液中NaCl的质量不断增加。  
D. 图6中E→F说明该反应是放热反应。

可以肯定的是,在数字化实验的推广和普及的形势下,命题人员对数字化实验深入研究,必将有更多的融合形式在中考化学试题中出现。

## 二、数字化实验与中考化学试题融合的价值

### (一) 提高试题的立意

试题的立意是试题三要素中的第一要素。关于一道中考试题立意的高低,教师可以从它考查的内容取向上去判断:立意低的试题,只着眼于双基的考查;立意高的试题,在考查双基的基础上,还能兼顾能力和素养的考查。中考中与数字化实验相关考题的设计与命制,为提高试题的立

意提供了一个很好的平台。

例如,前面列举的三道与数字化实验相关的中考试题考查了学生“证据推理和模型认知”方面的素养,同时,三道试题又各有侧重。第一道题,将氧气的密度大于空气、分子在不断运动、温度越高分子运动速率越快融为一体;第三道题,将酸碱中和反应、温度变化、pH变化融为一体,考查了“宏观辨识与微观探析”方面的素养。第二题,呈现甲、乙、丙三个实验,引导学生从实验数据的对比中寻找证据、展开推理、得出结论,考查了“科学探究与创新意识”素养。

## (二) 优化试题的情境

情境是试题的第二个要素,是立意的载体和介质,连接着立意和设问,关系着立意的表达。总的来说,试题的情境要与立意所指向的知识、能力、素养的考查吻合,尽可能做到真实、科学。

笔者以金属与酸发生反应的考查情境为例具体说明。图7(镁、锌、铝、铁与足量的稀硫酸反应,产生的氢气的总质量与时间的关系图)是常见的情境,但这种情境是“想当然”、不真实的,因为在金属与没有强氧化性稀酸的反应中,反应时间和放出氢气质量两者关系并非线性关系。教师运用数字化实验的手段,可以得出图8(镁、锌、铝、铁、铜放入足量的稀硫酸中,所产生的氢气的压强与时间的关系图)。图8较为真实地反映了变化的情况,用它作为试题情境,比图7合适。

## (三) 促进教学的创新

化学是在传统实验的基础上建立起来的自然科学。初中化学教材中的实验,定性实验多、定量实验少,有些化学实验难以给学生提供直观的推理证据。数字化实验的应用,恰好弥补了传统实验的不足。有的专家甚至提出这样的观点:数字化实验的应用将化学中的三重表征拓展为四重表征:宏观—符号—微观—曲线。从数字化实验的价值以及考试对教学的影响视角出发,在中考时命制适量、适度的与数字化实验相关的化学试题,能够引发教师对数字化实验的关注,激发他们用数字化实验进行化学

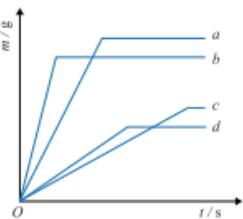


图7 质量与时间关系

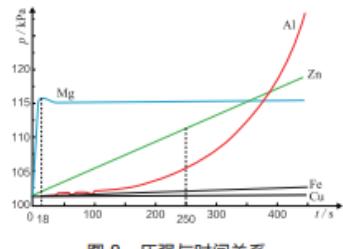


图8 压强与时间关系

教学的潜能,有效促进化学实验教学乃至课堂教学的变革和创新。

## 三、数字化实验与中考化学试题融合的要点

### (一) 控制试题的难度和分值

数字化实验在当前人教版、沪教版等版本的初中化学教材中还没有编录,各地对数字化实验的应用情况存在着较大的不平衡性。因此,在命制有关数字化实验的中考试题时,命题者要注意控制好试题的难度。如果难度过大,不仅会偏离课程标准的要求、降低考试的区分度,而且会挫伤一部分地区和学校教师教学的积极性。同时,还要注意分值的设置,尽量不设大分值的试题,防止这类试题在中考这种选拔性考试中占比过高,影响其他核心内容的考查。

### (二) 避免试题对教学的误导

考试对教学的引导作用是毋庸置疑的。正面的导向,有利于学科教学的改革和发展。负面的导向,则是一种误导,使化学教学陷入误区。中考化学命题要避免两方面的误导。

误导之一:数字化实验测得的数据是绝对准

确的。事实上,受传感器品质的优劣、仪器校正的严格程度、测量者操作水平的高低等多种因素影响,当前很多以中学常见传感器测定的实验数据的准确性总体偏低<sup>[1]</sup>。作为教师,不能迷信传感器显示的实验数据的准确性,有时有必要质疑所得实验数据的真实性和可信度。

误导之二:数字化实验应该取代传统的化学实验。强调数字化实验“量化”、将无明显现象的实验“可视化”等优势,并非否定传统实验的作用。笔者认为,作为化学学科重要基础的传统实验依然有着学科“压舱石”的作用。以“验证二氧化碳与氢氧化钠反应”的实验为例,数字化实验固然好,传统的塑料软瓶变瘪的实验效果也不差。所以,数字化实验与传统实验的关系是互补和融合,而不是取代。

### (三) 注意试题的科学和严谨

一道中考化学试题,立意再好、情境再新,一旦在科学性和严谨性上出问题,试题的质量会大打折扣,这一点,在以数字化实验为素材命题时尤其要注意。笔者现以一道试题为例,对此加以说明。实验室用燃烧红磷的方法测定空气中氧气的含量时,测出的氧气含量常常远低于理论值。用燃烧红磷的方法为什么不能准确测定氧气含量?

**【实验活动】**第一步,将实验仪器、设备按图9所示连接。第二步,检查装置的气密性。第三步,往广口瓶中加水,使得液面与烧杯内的液面相平,关闭活塞,将装有足量红磷的燃烧匙加热(点击电脑屏幕上的“开始采集”按钮),红磷燃烧后立即将燃烧匙伸入瓶中并塞紧橡皮塞。第四步,燃烧结束后,装置冷却到室温,打开导管活塞,待瓶内液面不再上升后再向烧杯中加入一定量的水,使烧杯和瓶内液面相平,得到实验曲线图10。

**【数据分析】**压强曲线A点表示红磷开始在集气瓶中燃烧,主要判断依据是\_\_\_\_\_。

该题被质疑的地方有两处。一是压强的变化幅度大约是减少到起始压强的4/5,图上的压强

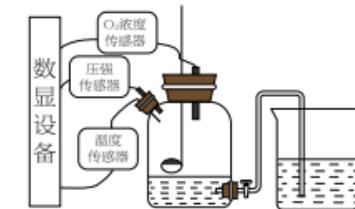


图9 实验装置连接图

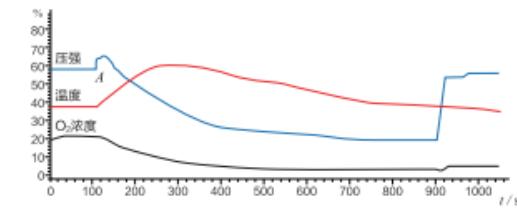


图10 实验曲线

变化超过了变化的正常范围。二是A点压强的增大,可能是由红磷开始燃烧引起的,也可能是加热过的燃烧匙伸入集气瓶内导致的。引发的主要原因究竟是什么呢?有教师进行数字化实验找到了A点压强增大的原因:既与红磷燃烧放出的热量有关,又与加热过的燃烧匙伸入集气瓶内带入热量有关<sup>[2]</sup>。显然,追求试题的科学性和严谨性是命题教师终身的必修课。

## 参考文献

- [1] 夏建华.数字化实验与中学化学教学深度融合[M].合肥:安徽教育出版社,2016:2.
- [2] 夏立先.对中学化学若干问题的思考[J].中学化学教学参考,2018(5):51-52.
- [3] 周文荣.基于学情与实证的试题命制[J].化学教与学,2019(11):58-61.

(作者系江苏省苏州高新区实验初级中学教育集团正高级教师,特级教师,江苏省教学名师)

责任编辑:祝元志

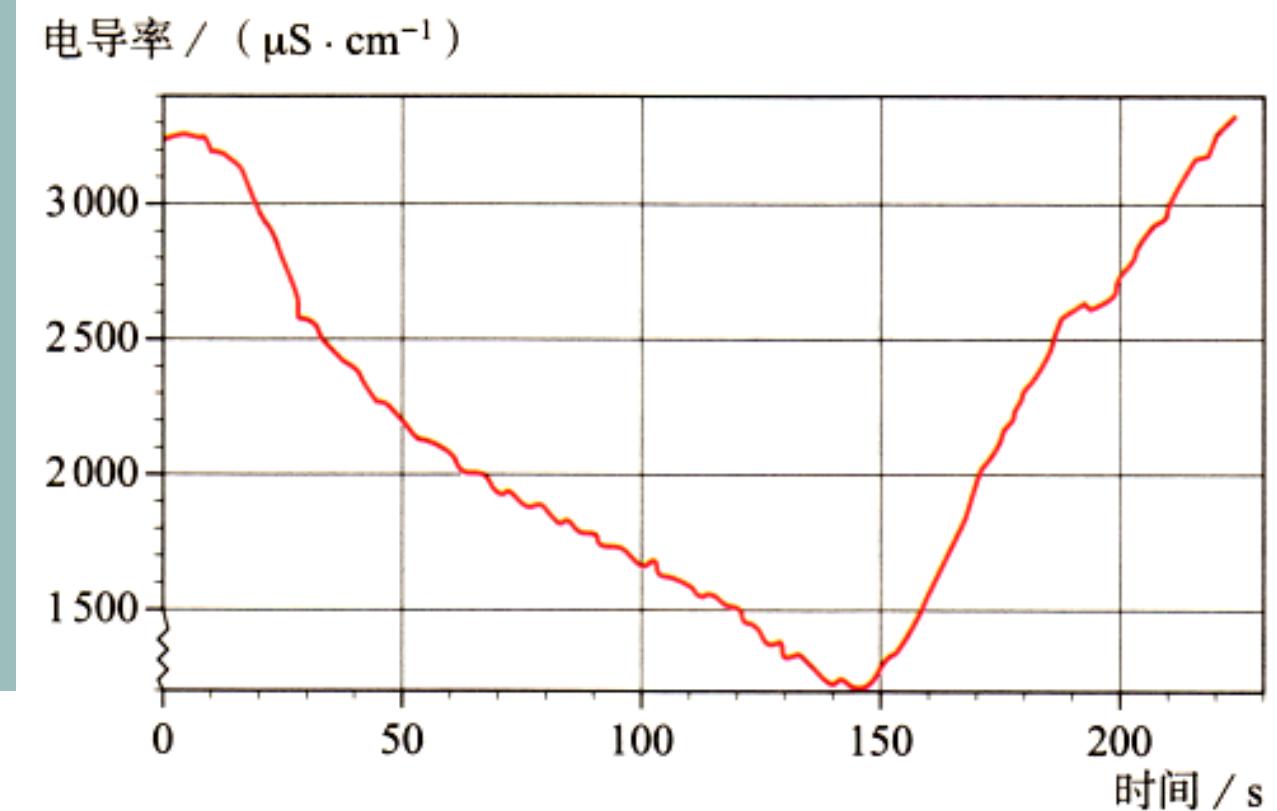
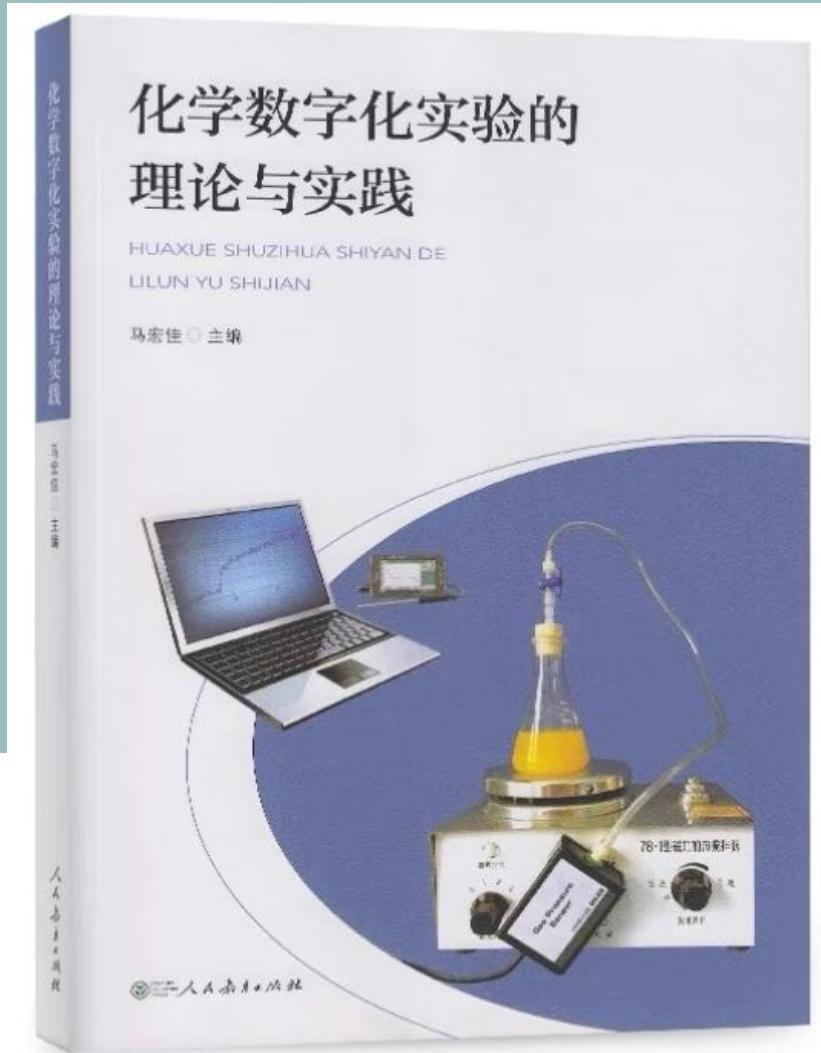


图 5-137  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液中滴入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  时溶液的电导率变化

氯离子浓度 / ( mg · L<sup>-1</sup> )

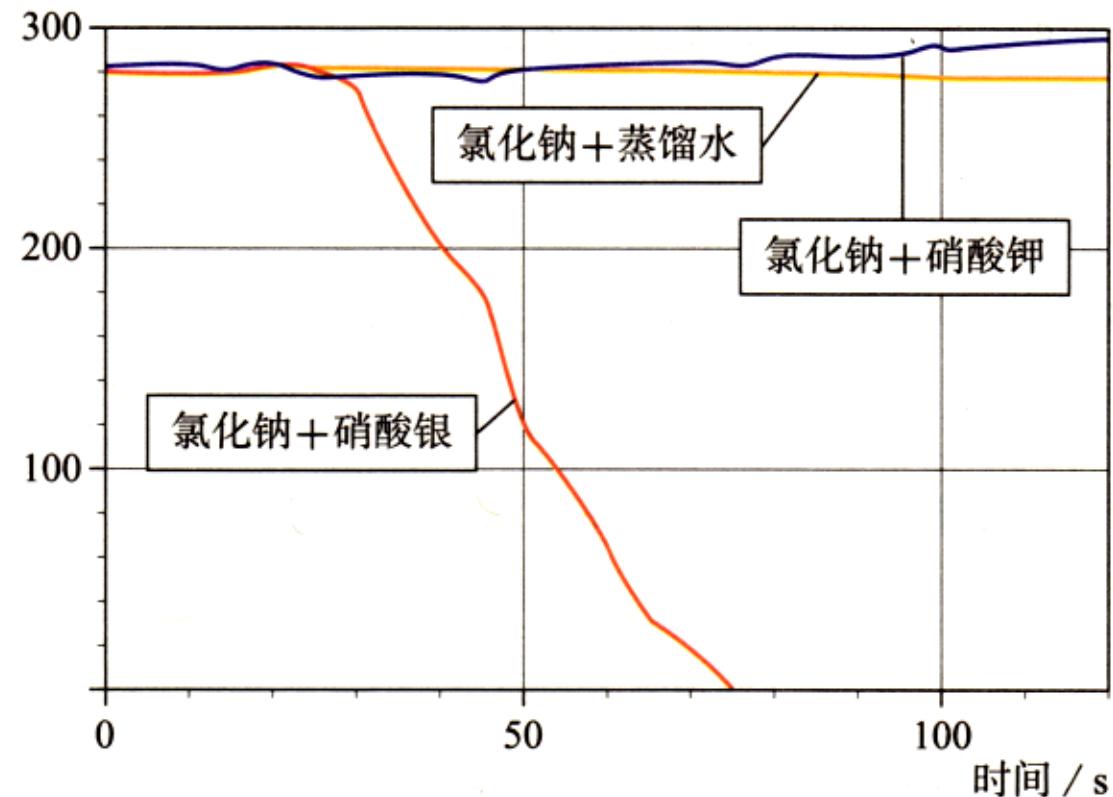


图 5-42 氯化钠溶液中滴加不同液体时氯离子浓度变化

电导率 / (  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$  )

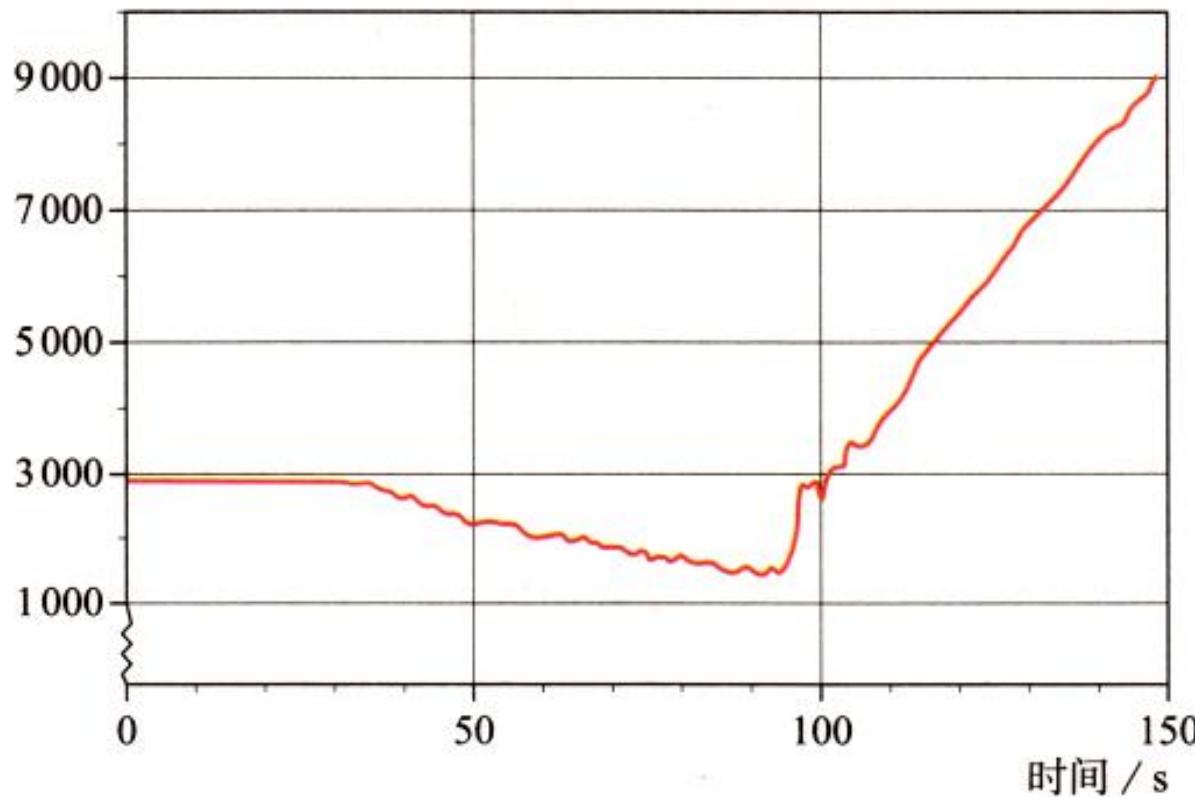


图 5-133 Ba(OH)<sub>2</sub>溶液中滴加 HCl 溶液后的电导率变化

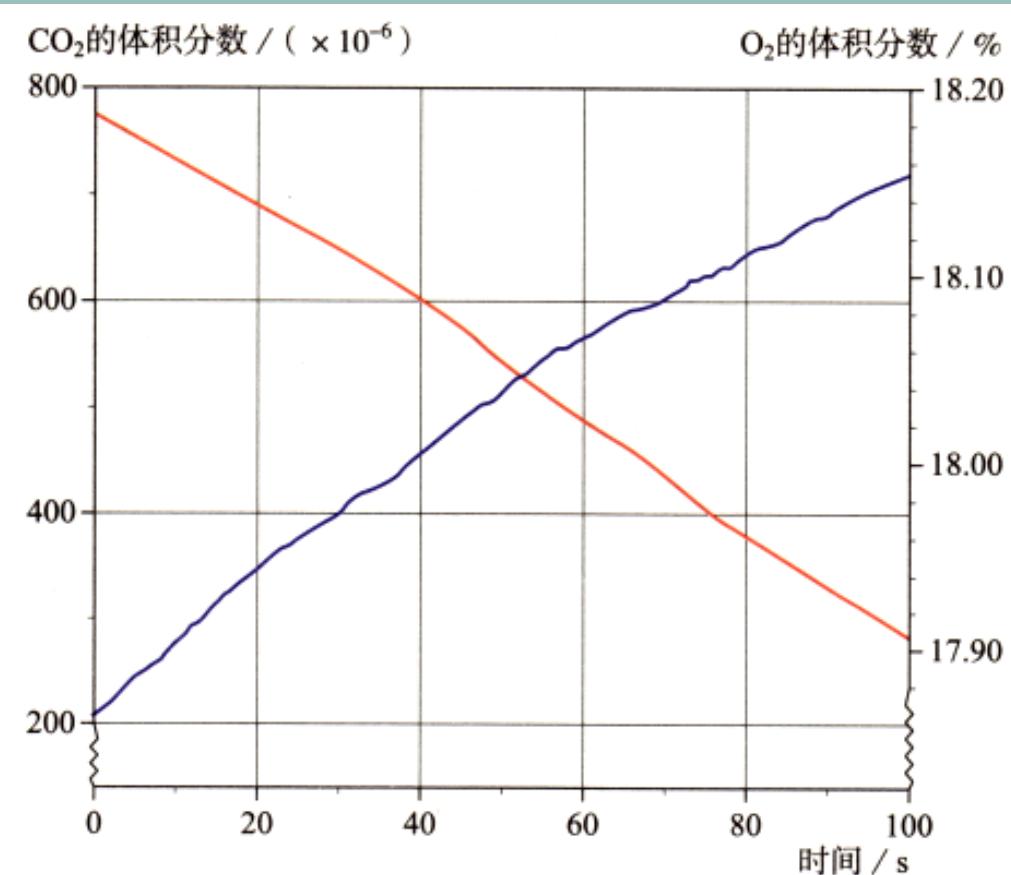


图 5-51 氧气与二氧化碳体积分数变化曲线

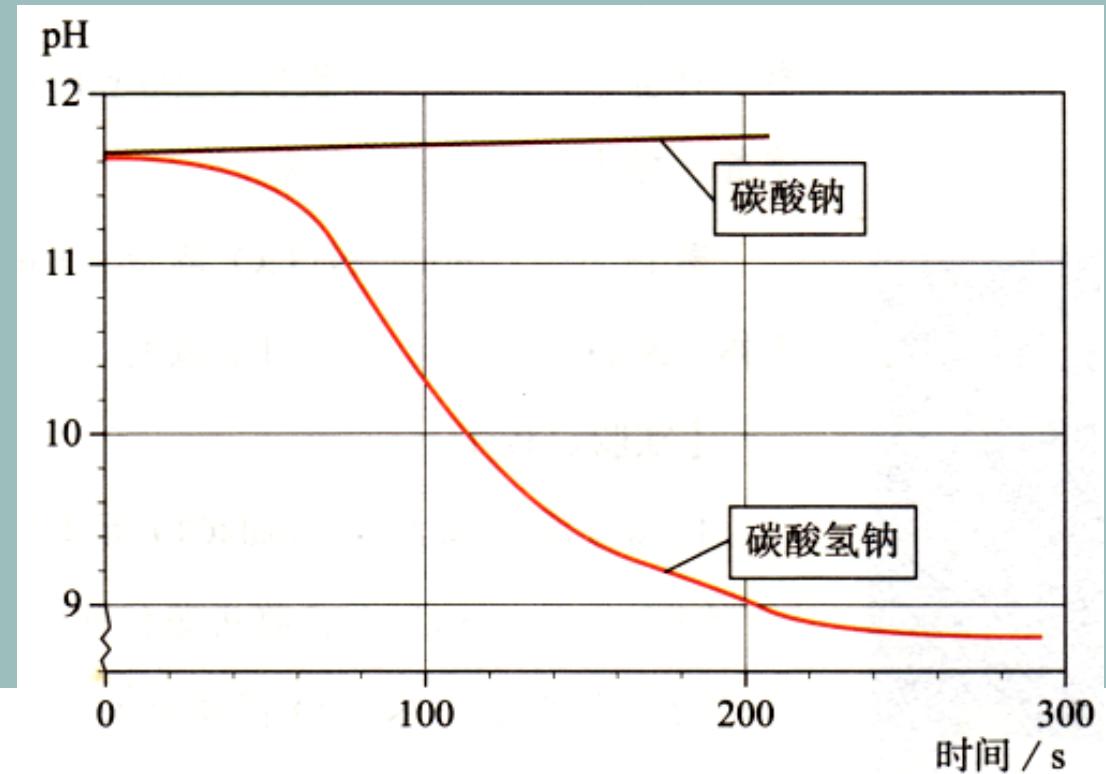


图 5-55 加热碳酸钠和碳酸氢钠过程中石灰水 pH 变化

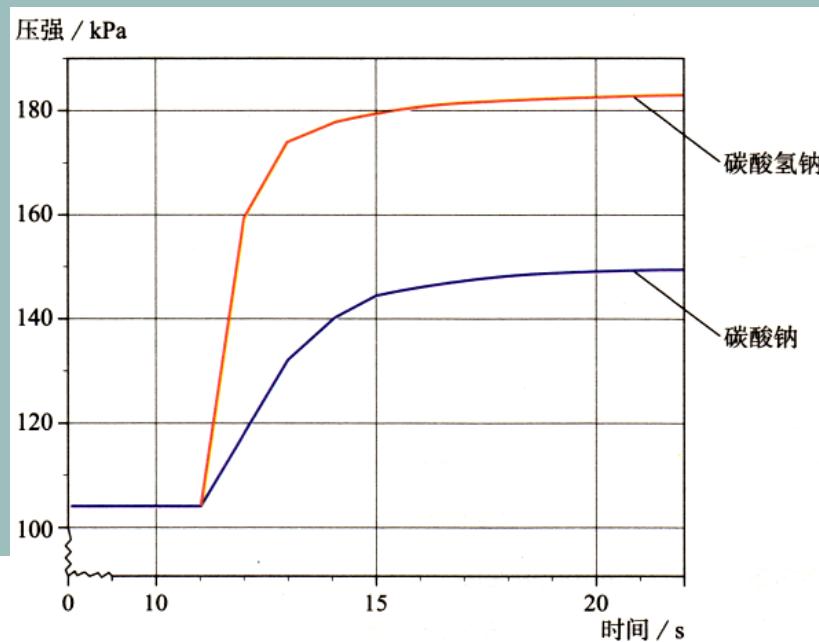


图 5-58 等质量的碳酸钠、碳酸氢钠分别与盐酸反应压强变化

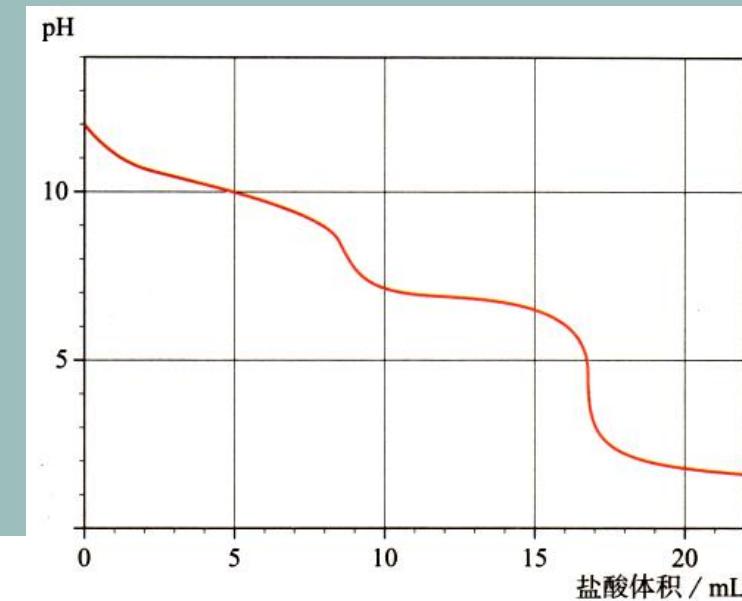


图 5-59 碳酸钠与盐酸反应溶液的 pH 变化

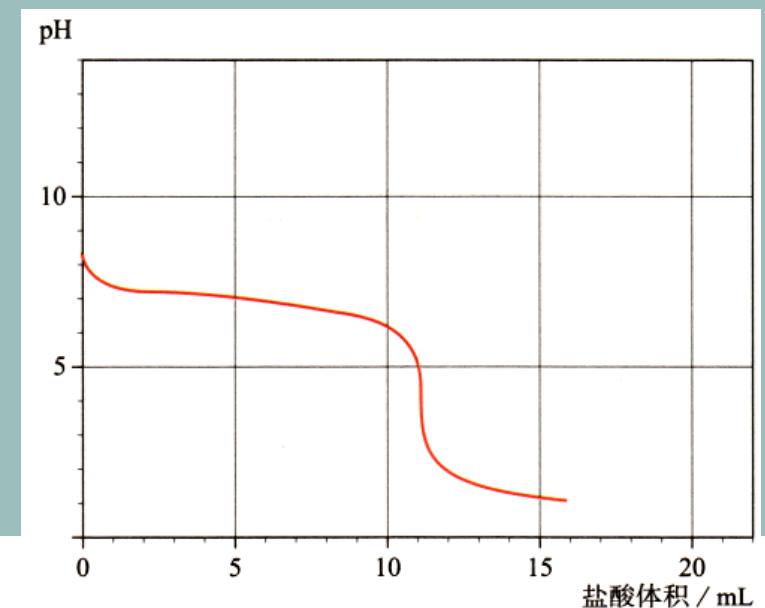


图 5-60 碳酸氢钠与盐酸反应溶液的 pH 变化

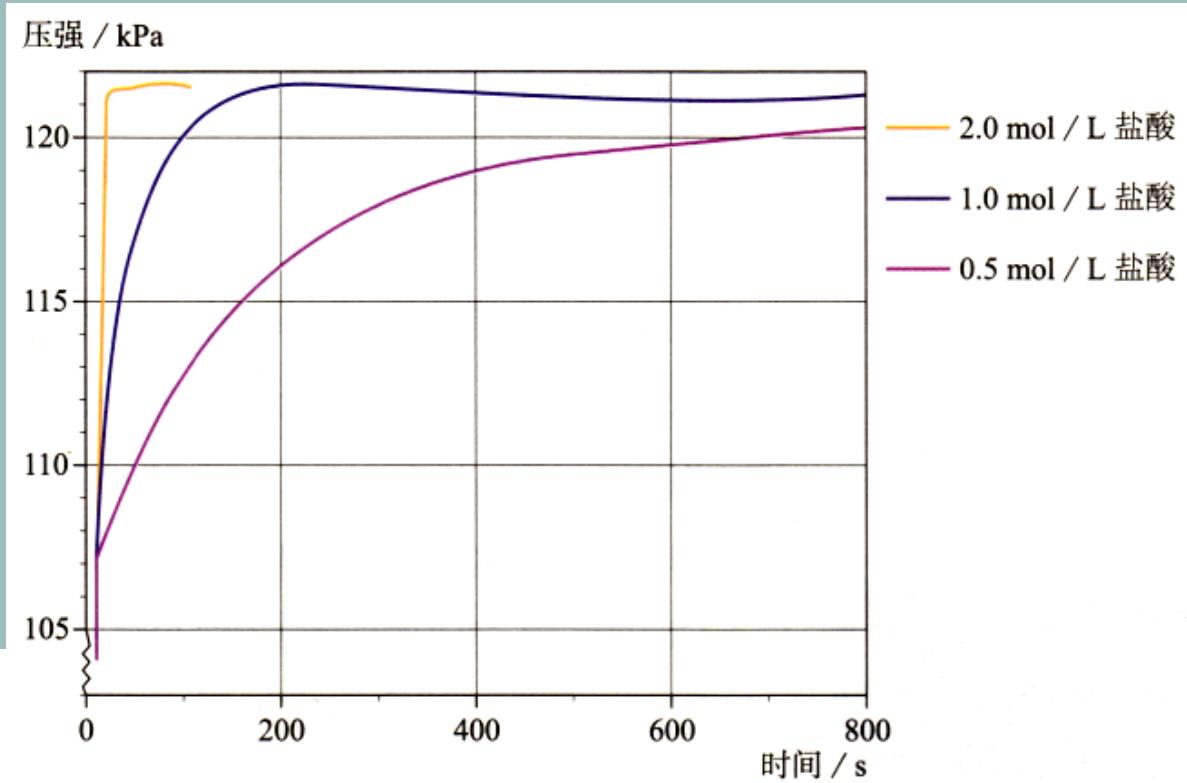


图 5-88 镁与不同浓度盐酸的反应速率

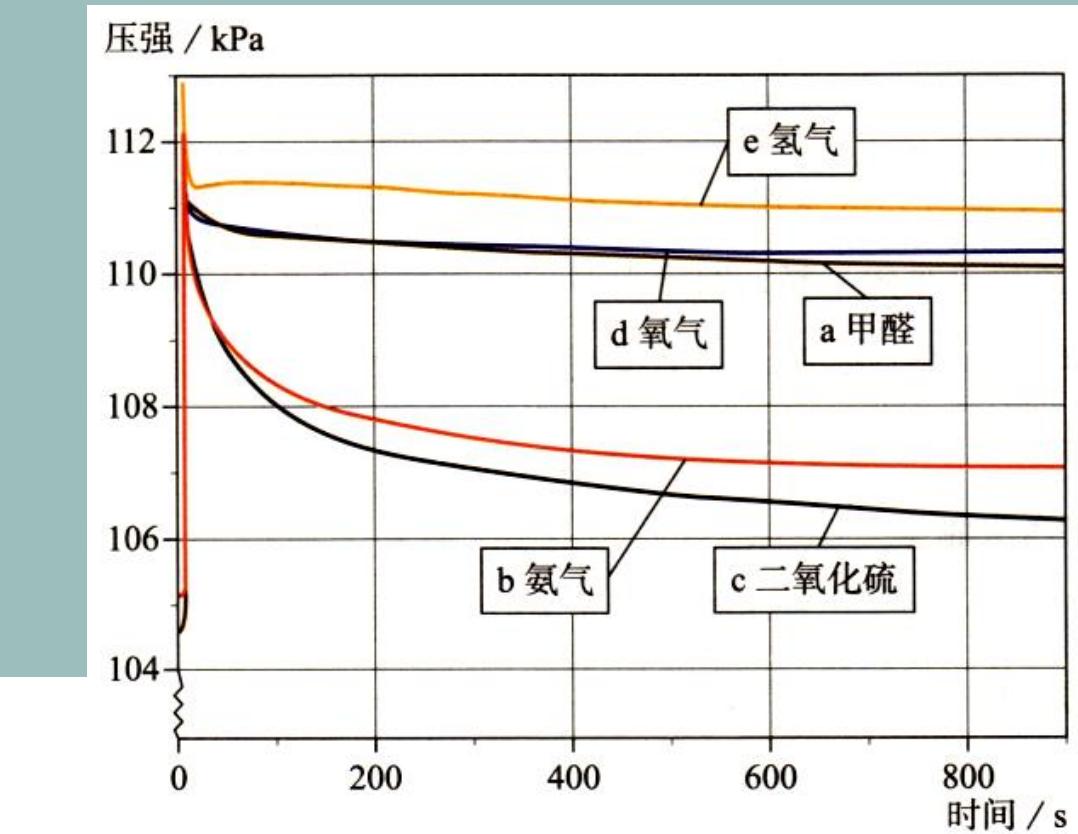
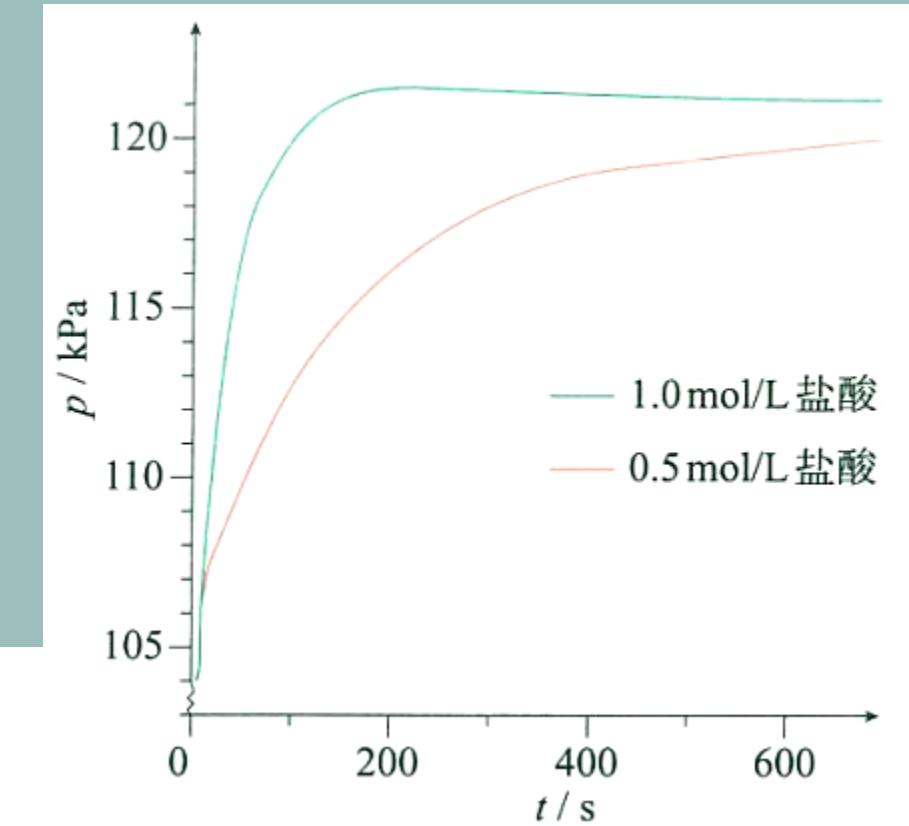
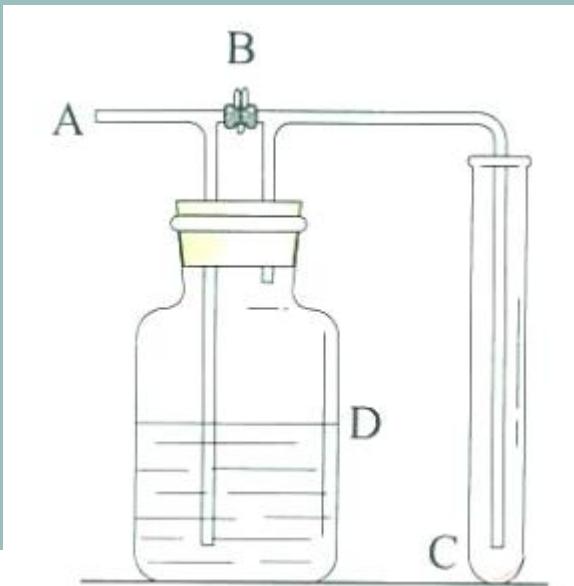
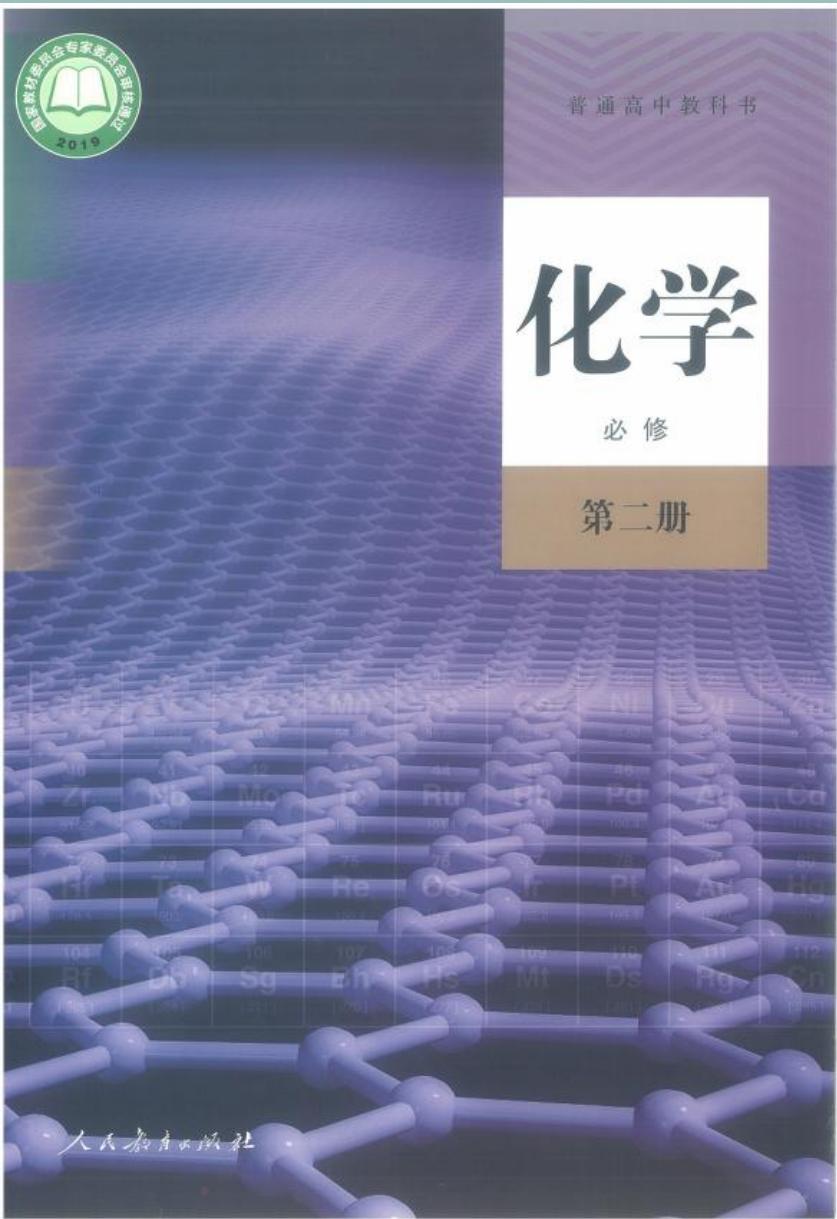


图 5-49 JZ 竹炭吸附不同气体压强随时间的变化





## 验证次氯酸光照分解产物的数字化实验

数字化实验将传感器、数据采集器和计算机依次相连，采集实验过程中各种物理量（如pH、温度、压强、电导率等）变化的数据并记录和呈现，通过软件对数据进行分析，获得实验结论。也就是说，数字化实验是利用传感器和信息处理终端进行实验数据的采集与分析。

验证次氯酸光照分解的产物可以设计成数字化实验。实验步骤如下：（1）将pH传感器、

氯离子传感器、氧气传感器分别与数据采集器、计算机连接；（2）将三种传感器分别插入盛有氯水的广口瓶中；（3）用强光照射氯水，同时开始采集数据。此实验可以测定光照过程中氯水的pH、氯水中氯离子的浓度、广口瓶中氧气的体积分数这三者的变化，并通过计算机的数据处理功能将这些变化显示在计算机屏幕上（如图2-16）。通过对数据进行分析，最终可验证次氯酸光照分解的产物。

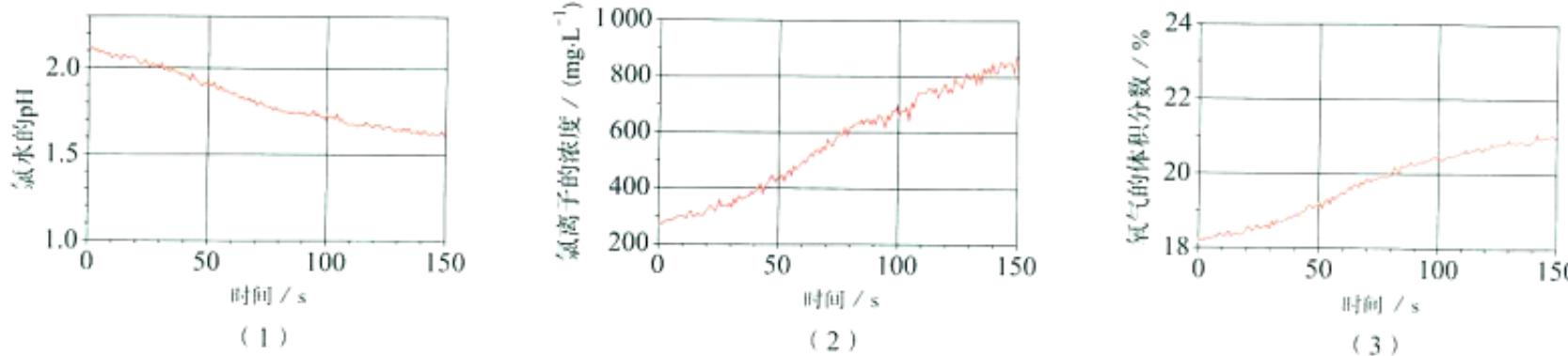


图2-16 光照过程中氯水的pH、氯水中氯离子的浓度、广口瓶中氧气的体积分数的变化

○ 中学化学教材新视野

# 原创走向实证： 中学化学实验创新实践研究

赵 华 / 主编

上海教育出版社  
SHANGHAI EDUCATIONAL PUBLISHING HOUSE

## 实验装置及原理

以气体( $H_2$ 、 $CO_2$ )为动力,利用压强差,推动一系列反应的发生。

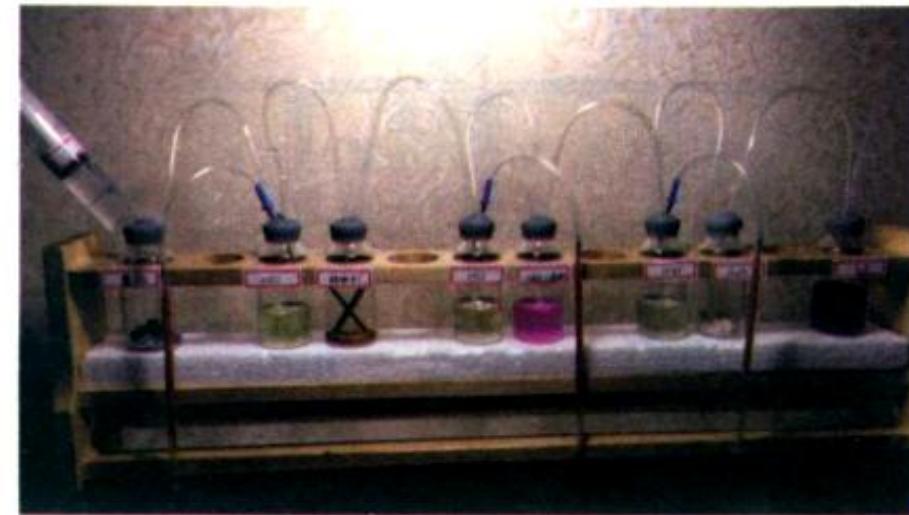


图1

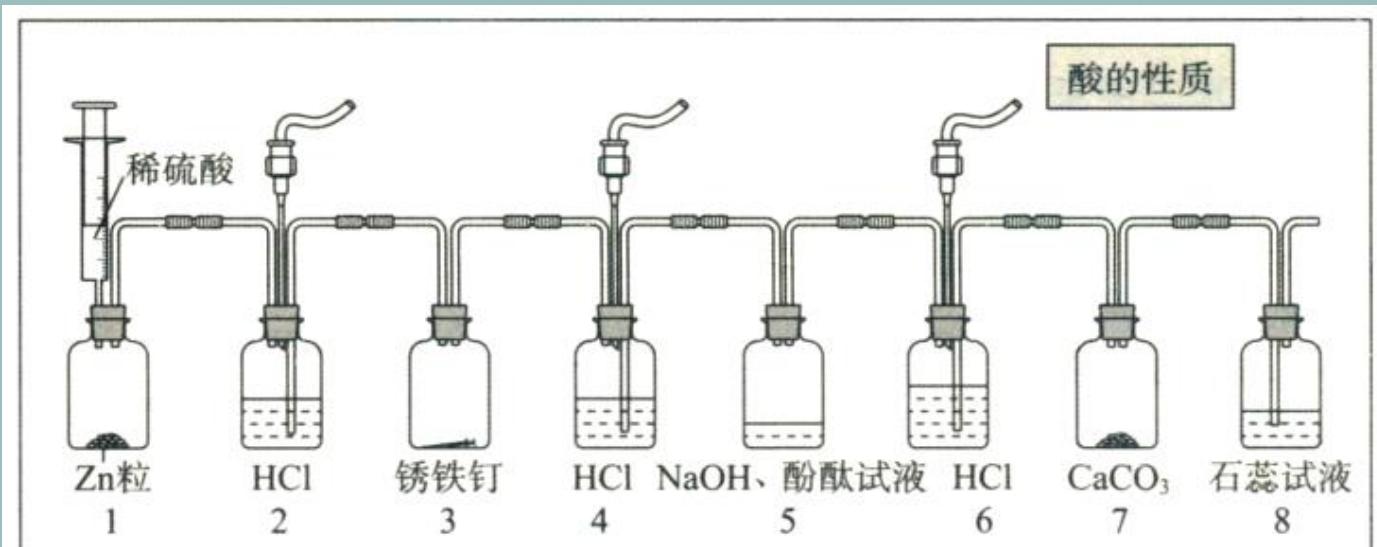


图2 酸的性质实验装置示意图

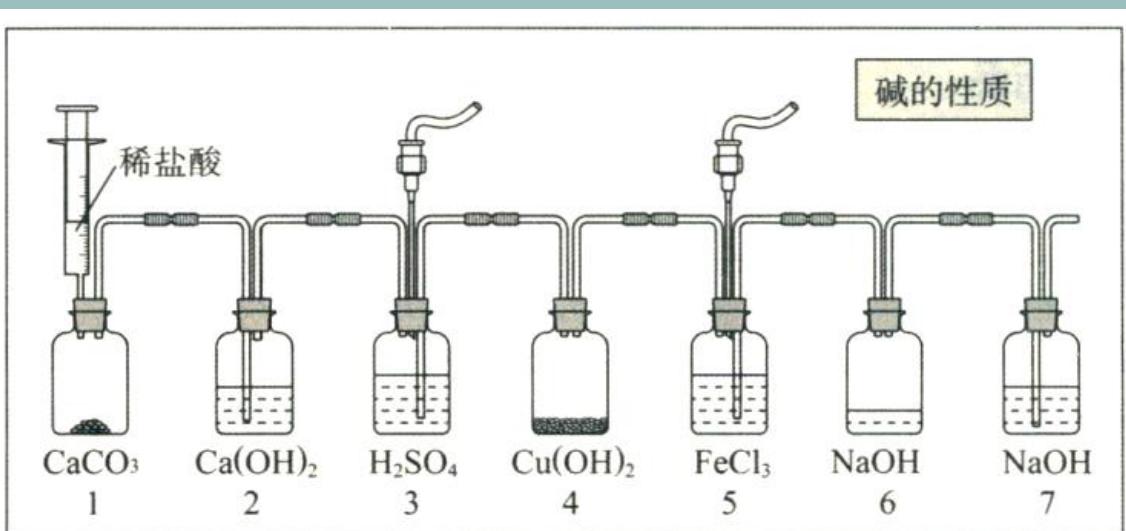


图3 碱的性质实验装置示意图

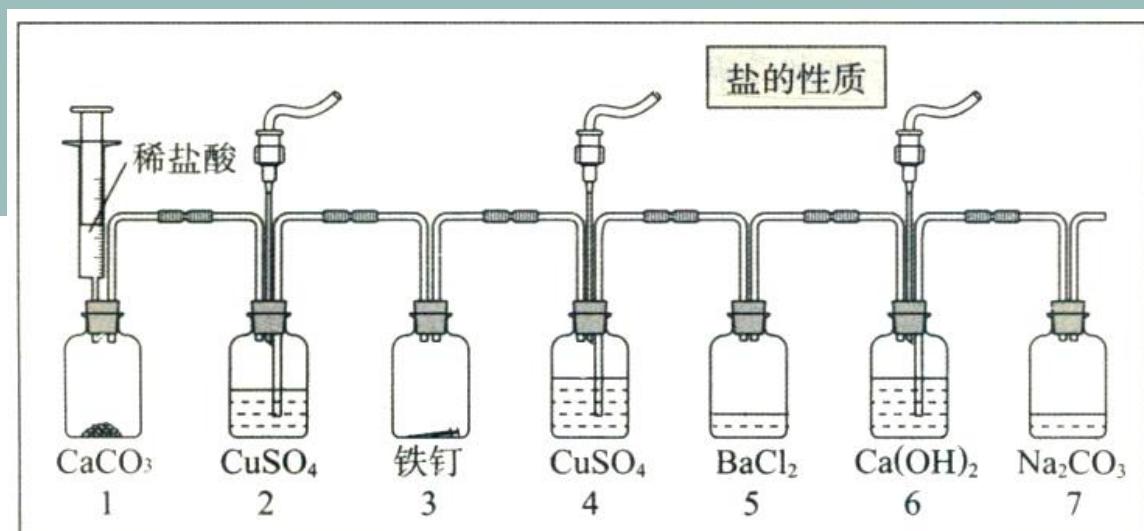


图4 盐的性质实验装置示意图

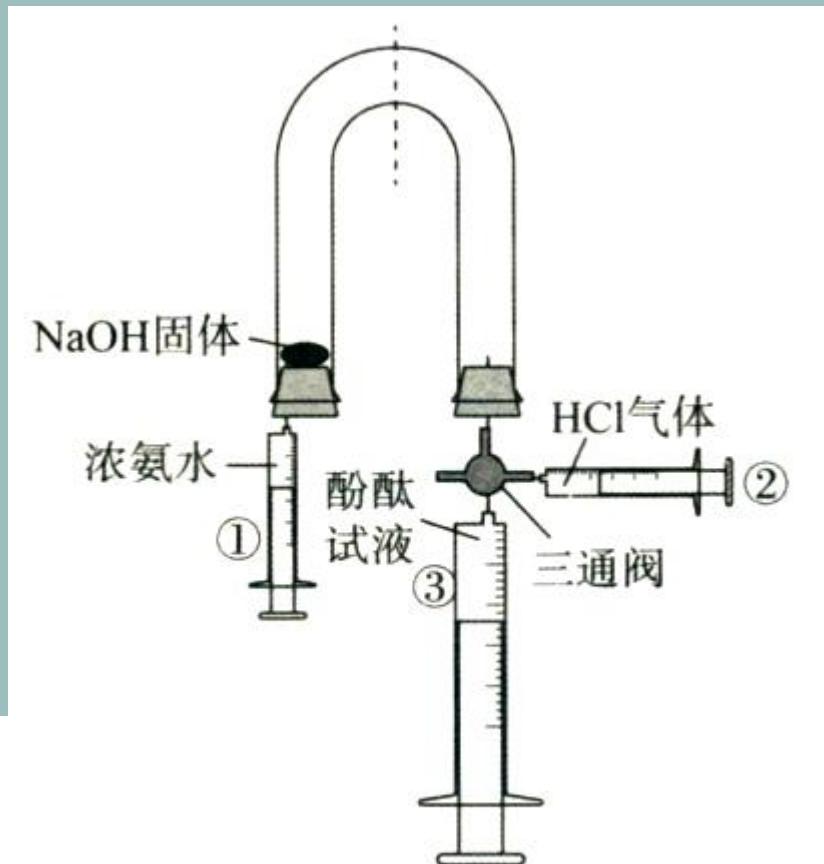


图1 氨气的制取与性质检验一体化实验

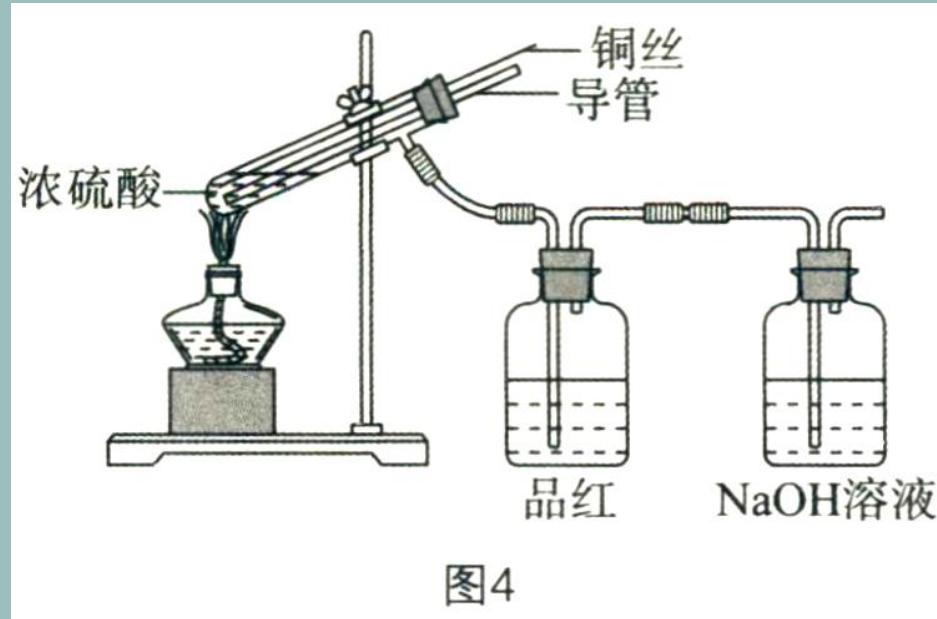


图4

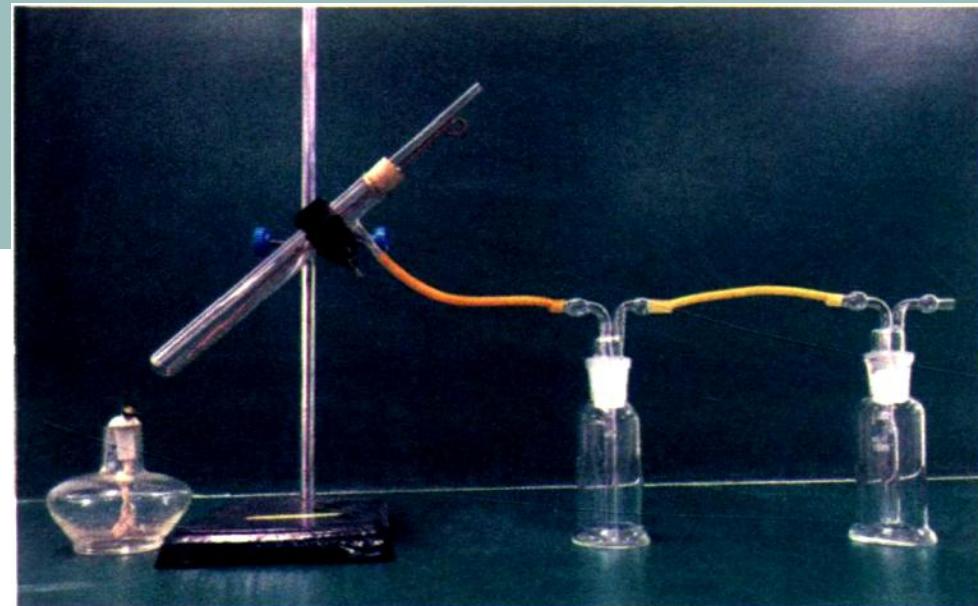


图5

## 燃烧条件探究的改进实验

吴烟波<sup>1</sup> 沈正斌<sup>2</sup> 许 辉<sup>3</sup>

(1. 3. 江苏省南京市红山初级中学 2. 江苏省南京市孝陵卫初级中学 )

化学实验有助于激发学生学习化学的兴趣,创设生动活泼的教学情境,帮助学生理解和掌握化学知识和技能,启迪学生的科学思维,训练学生的科学方法,培养学生的科学态度和价值观。化学教师在教学过程中做好演示实验尤其重要。一个设计合理的演示实验,既可以帮助学生掌握化学概念,又有利于突破教学难点,更有利于激发学生学习化学的兴趣。因此改进完善教材中的实验,使实验操作简便、现象明显,有利于教师在教学中突出重点、突破难点。

### 1 创新实验来源

人教版《义务教育教科书 化学 九年级上册》中“探究燃烧的条件”实验的设计是:



图1

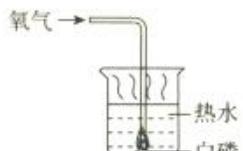


图2

在 500 mL 烧杯中加入 300 mL 热水,并放入用硬纸圈圈住的一小块白磷。在烧杯上盖一片薄铜片,铜片上一端放一小堆干燥的红磷,另一端放一小块已用滤纸吸去表面的水的白磷,一段时间后,铜片上的红磷、热水中的白磷都不燃烧,铜片上的白磷燃烧,产生大量的白烟。(如图 1)

用导管对准上述烧杯中的白磷,通入少量氧气(或空气),白磷燃烧。(如图 2)通过这两个实验得出可燃物燃烧的条件:①达到燃烧的最低温度(也叫着火

## 有关蜡烛及其燃烧的改进实验

叶 菁<sup>1</sup> 徐春芸<sup>2</sup>

(1. 江苏省南京市秦淮区教师发展中心  
2. 江苏省南京市第三高级中学文昌初中 )

### 1 设计意图

“蜡烛及其燃烧的探究”是人教版《义务教育教科书 化学 九年级上册》第一单元课题 2 “化学是一门以实验为基础的科学”的重要实验。蜡烛的燃烧是常见的化学现象,教材旨在通过对该实验的观察、记录和分析等,发现和验证化学原理,学习科学探究的方法,并激发学生对化学的学习兴趣。

通过实践发现,该实验在课堂演示中,对教师的操作有一定的要求,若操作不当会有如下问题:(1)为验证蜡烛燃烧的产物,分别将一个干燥的烧杯和一个用澄清石灰水润湿内壁的烧杯罩在火焰上方时,若烧杯压得过低,由于燃烧不充分会产生黑烟,影响对实验的观察;且由于蜡烛燃烧产生热量,教师演示时间一长,烧杯就会很烫,不易拿住;产生的水蒸气由于烧杯温度过高,不易冷凝,现象不明显;若烧杯离得太远,又无法收集到燃烧产物。(2)熄灭蜡烛后,白烟易逸散,用火柴去点蜡烛刚熄灭时产生的白烟,实验成功率较低。

笔者通过对蜡烛及其燃烧探究的教具及实验改进,提高了实验的成功率,增强了学生的实验兴趣。

### 2 实验原理

在蜡烛外罩上一个玻璃管,可以使蜡烛燃烧的产物及白烟不容易逸散,更易观察现象。为了使蜡烛燃烧时有充足的空气,底部必须架空,热气体从上方逸出,空气从下方进入,气体对流,为蜡烛燃烧提供充足的氧气。

# 海藻酸钠在中学化学实验中的应用

许亮亮

(江苏省南京外国语学校)

## 1 设计意图

笔者在深入研读 STEM 教育理念和初中、高中化学教材的基础上,选取生物相容的组织工程用可降解高分子海藻酸钠,设计以下中学创新实验:

(1) 制备负载  $MnO_2$  海藻酸钠微球,并利用数字化手持技术对微球的催化效果进行探究。

(2) 制备负载花青素海藻酸钠 pH 响应微球。

(3) 制备负载磁性  $Fe_3O_4$  纳米粒子海藻酸钠微球。

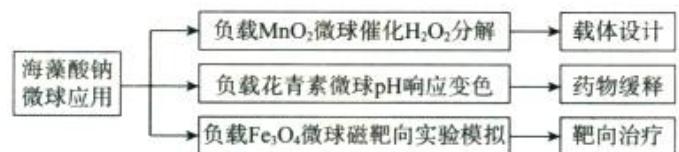


图1 设计意图

## 2. 实验原理

### 2.1 实验一: 制备负载 $MnO_2$ 海藻酸钠微球(如图 2—图 6)

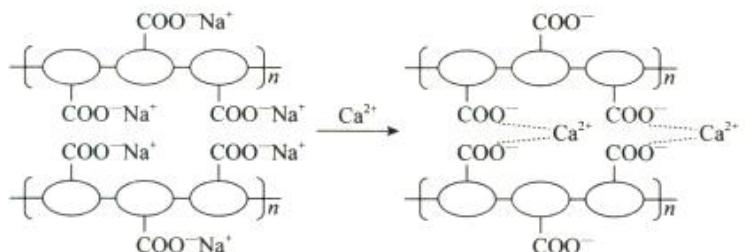


图2 海藻酸钠交联示意图

# 电解质溶液中离子的移动方向

于容峻 周 洋

(江苏省通州高级中学)

## 1 设计意图

高中化学教材中电解池部分教学内容涉及离子的定向移动。使离子运动外显为学生能观察到的实验现象,对于帮助学生理解电化学反应原理可以起到十分重要的作用。

## 2 仪器和药品

### 2.1 仪器

电池、导线、铜丝、石墨电极、磁铁、培养皿。

### 2.2 药品

淀粉碘化钾溶液。

## 3 实验装置图

实验装置如图 1 所示。

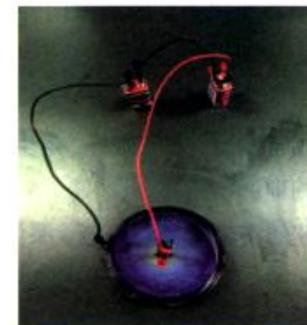
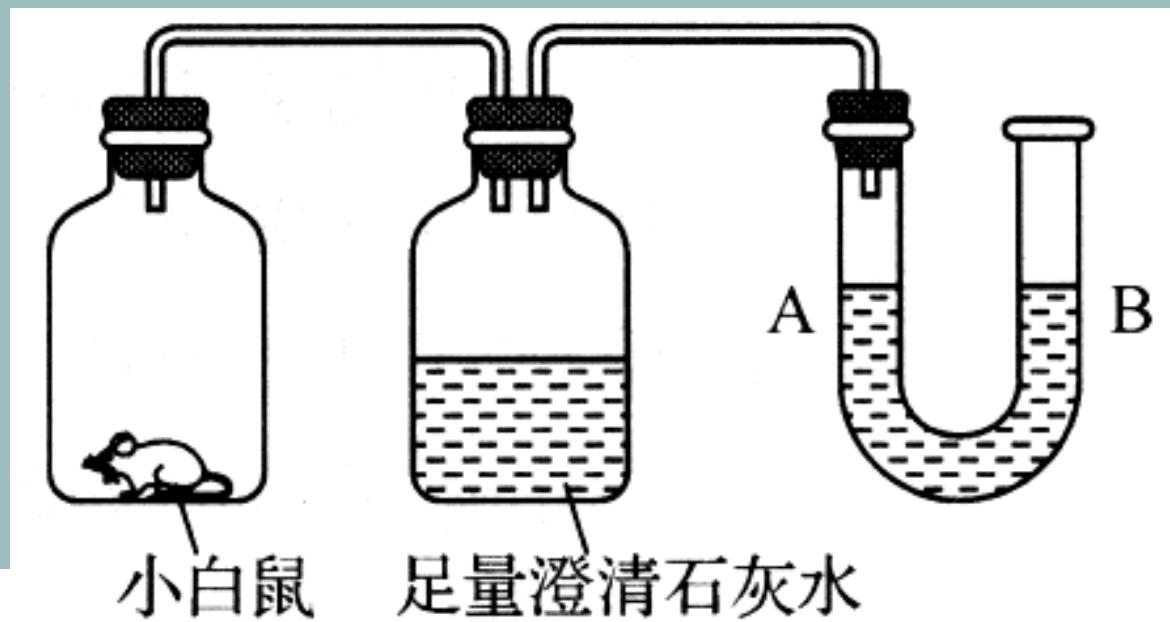
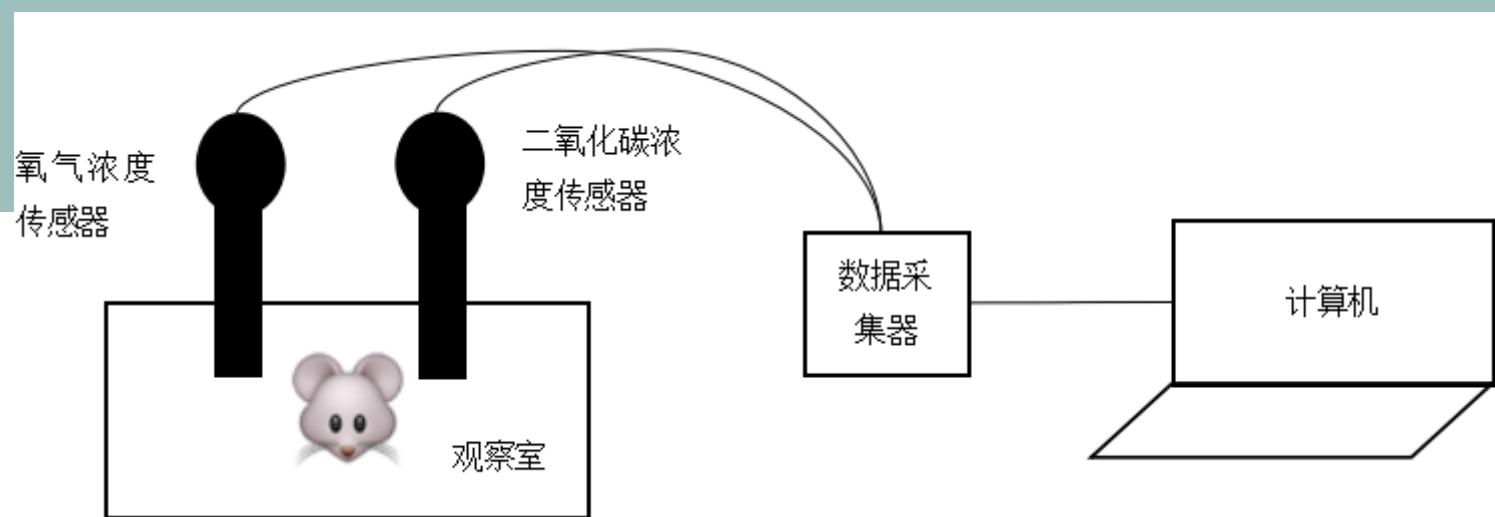
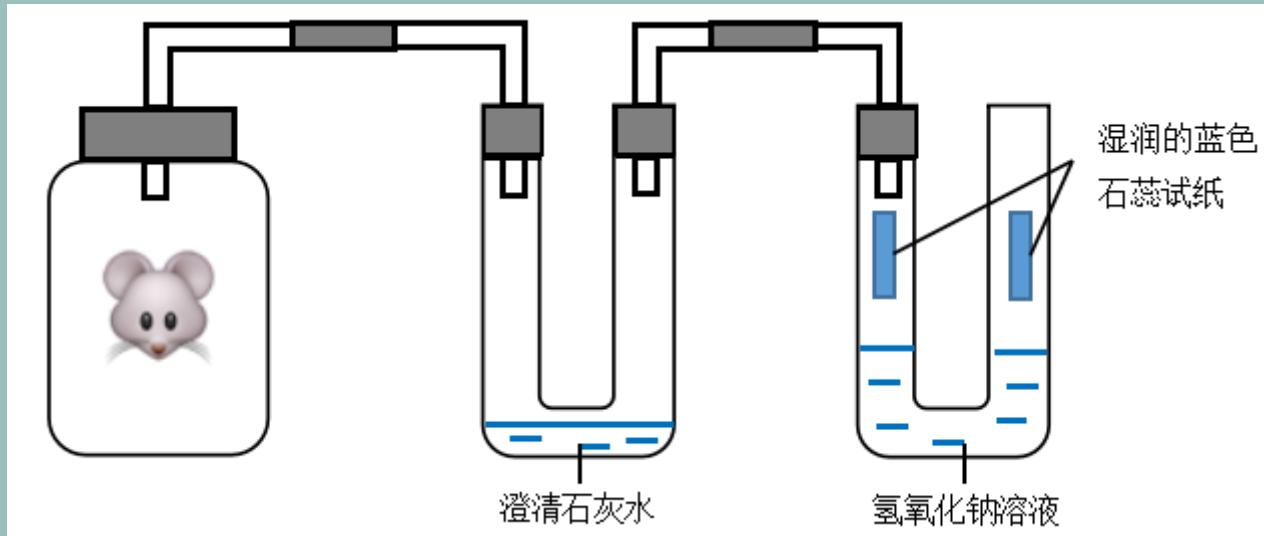


图1









人教版义务教育教科书 · 化学 · 九年级

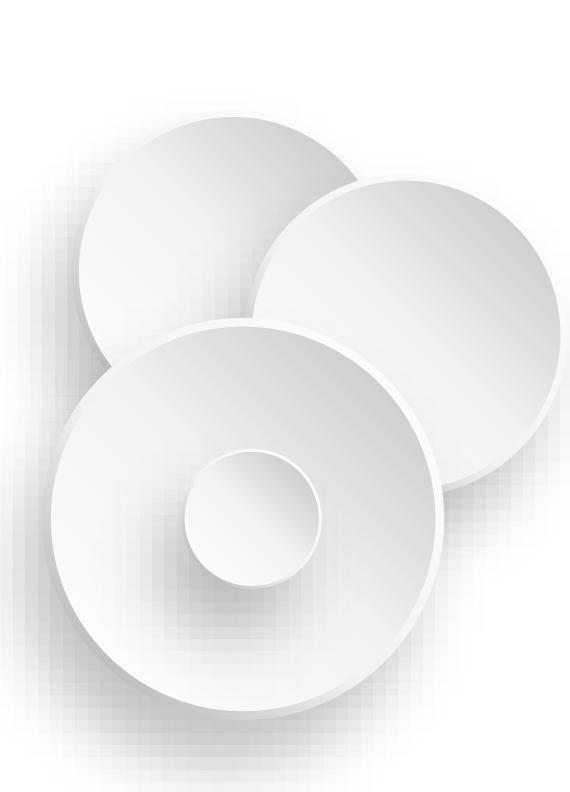
# 化学反应中热能变化的新观察

授课: 刘广祥 南京市第二十九中学幕府山校区

团队: 韩恩峰 南京市中华中学

朱雪琴 南京市上元中学





# 化学反应中热能变化的新观察

---



说课: 刘广祥 南京市第二十九中学幕府山校区

团队: 韩恩峰 南京市中华中学

朱雪琴 南京市上元中学

# 说课流程



# 一、课标解读

## 化学课程标准 (2011年版)

初中化学课程标准提出“义务教育阶段的化学课程以提高学生的科学素养为主旨,激发学生学习化学的兴趣,帮助学生了解科学探究的基本过程和方法,发展科学探究能力,获得进一步学习和发展所需要的化学基础知识和基本技能。”



## 二、教材分析

成了其他物质。这种生成其他物质的变化叫做化学变化，又叫做化学反应。木柴燃烧、铁的生锈等都属于化学变化。

化学变化的基本特征是有其他物质生成，常表现为颜色改变、放出气体、生成沉淀等。化学变化不但生成其他物质，而且还伴随着能量的变化，这种能量变化常表现为吸热、放热、发光等。上述可观察到的现象，常常可以帮助我们判断物质是否发生了化学变化。

在物质发生化学变化的过程中，会同时发生物理变化。例如，点燃蜡烛时，石蜡受热熔化是物理变化，而石蜡燃烧生成水和二氧化碳，却是化学变化。

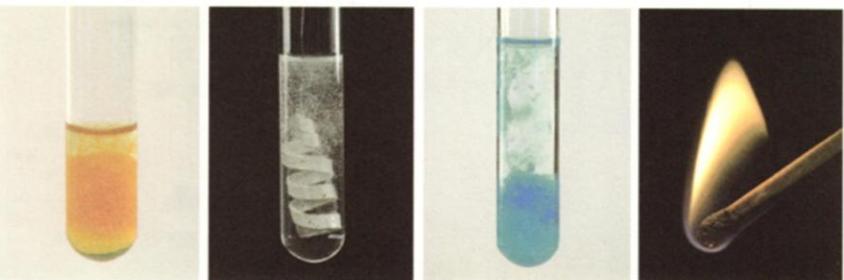


图1-4 化学反应中伴随发生的一些现象

### 二、化学性质和物理性质

我们将物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。例如，铁能在潮湿的空气中生锈，铜能在潮湿的空气中生成铜绿，碳能在空气中燃烧生成二氧化碳并发光、放热等；再如，硫酸铜溶液可与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化铜蓝色沉淀，石灰石可与盐酸反应生成二氧化碳气体等。

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质叫做物理性质。物质的颜色、状态、气味、硬度、熔点、沸点、密度等都属于它的物理性质，如通常状态下，氧气是一种无色、无味的气体，水是一种无色透明的液体，胆矾是一种蓝色的固体。了解物质的物理性质，对于研究它们的组成、结构和变化也非常重要的。

当外界条件改变时，物质的性质也会随着变化，因此，描述物质性质时往往要注明条件。例如，当温度升高时，固态的冰会变成液态的水，把水加热到

## 课题2 燃料的合理利用与开发

### 一、化学反应中的能量变化

生活经验告诉我们，燃料燃烧时产生了热量。那么，是不是只有通过燃烧才能获得能量呢？



图7-14 生石灰与水反应放出热量

实验 7-3 在一支试管中加入一小匙干燥的生石灰（或几小块食品袋中的干燥剂，主要成分为CaO），再加入约2 mL水，观察现象，并用手轻轻触碰试管外壁。

现象	
手的感觉	
化学方程式	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

由实验可以知道，生石灰与水反应放出热量。这种化学反应过程中的放热现象在许多化学反应中都会发生，事实和研究证明，化学反应在生成新物质的同时，还伴随着能量的变化。化学不仅研究物质的性质、组成、结构和变化，还研究物质变化过程中伴随的能量变化。能量的变化通常表现为热量的变化，有些反应是放出热量的，如氧化钙与水反应、镁与盐酸反应等；有些反应则是吸收热量的，如碳与二氧化碳的反应。



图7-15 我国古代烧制陶器

在当今社会，人类需要的大部分能量是由化学反应产生的，最常见的就是生活燃料的使用，如利用化学反应产生的能量做饭、取暖等。此外，人们还利用燃烧等化学反应产生的能量发电、烧制陶瓷、冶炼金属和发射火箭等；爆炸是瞬间产生巨大能量的反应，利用爆炸可以开矿采煤、开山炸石、拆除危旧建筑；等等。所以，作为重要的能源，燃料对于人类社会是非常重要的。

### 三、数字化实验器材

FLIR热像仪



Vernier数据采集器

Vernier温度传感器



Vernier pH传感器

## 四、实验设计思路和创新点

### I. 宏观现象

1

#### 科学探究与创新意识

- 通过系列实验，初步认识化学反应伴随能量变化
- 通过实验创新，借助热像仪和传感器观察化学反应中的能量变化

### II. 微观本质

2

#### 宏观辨识与微观探析

- 认识物质变化与热量变化的关联，感受宏观与微观、定性与定量的化学学科思想
- 培养观察对比、证据推理、信息加工、分析归纳能力

### III. 问题解决

3

#### 科学态度与社会责任

- 教师演示、学生设计方案进行实验、表现性评价等形式
- 初步培养基于证据的建模方法
- 引导学生树立科学的物质观变化观、能量观

## 四、实验设计思路和创新点

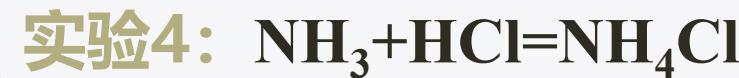
固—液



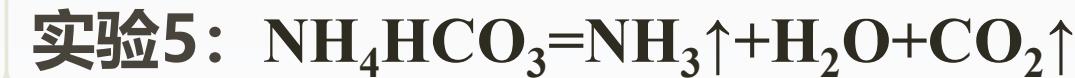
液—液



气—气

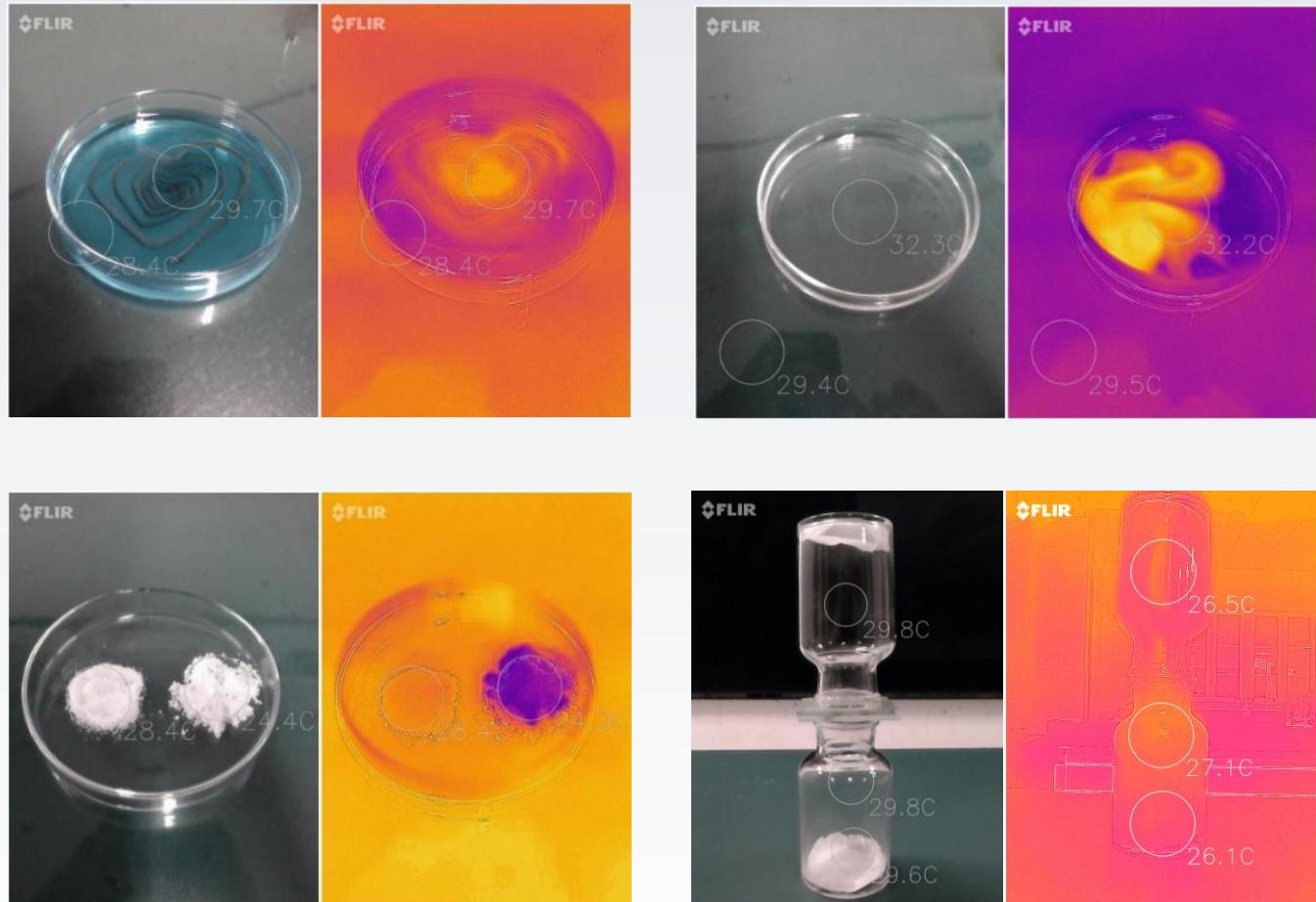


固—气



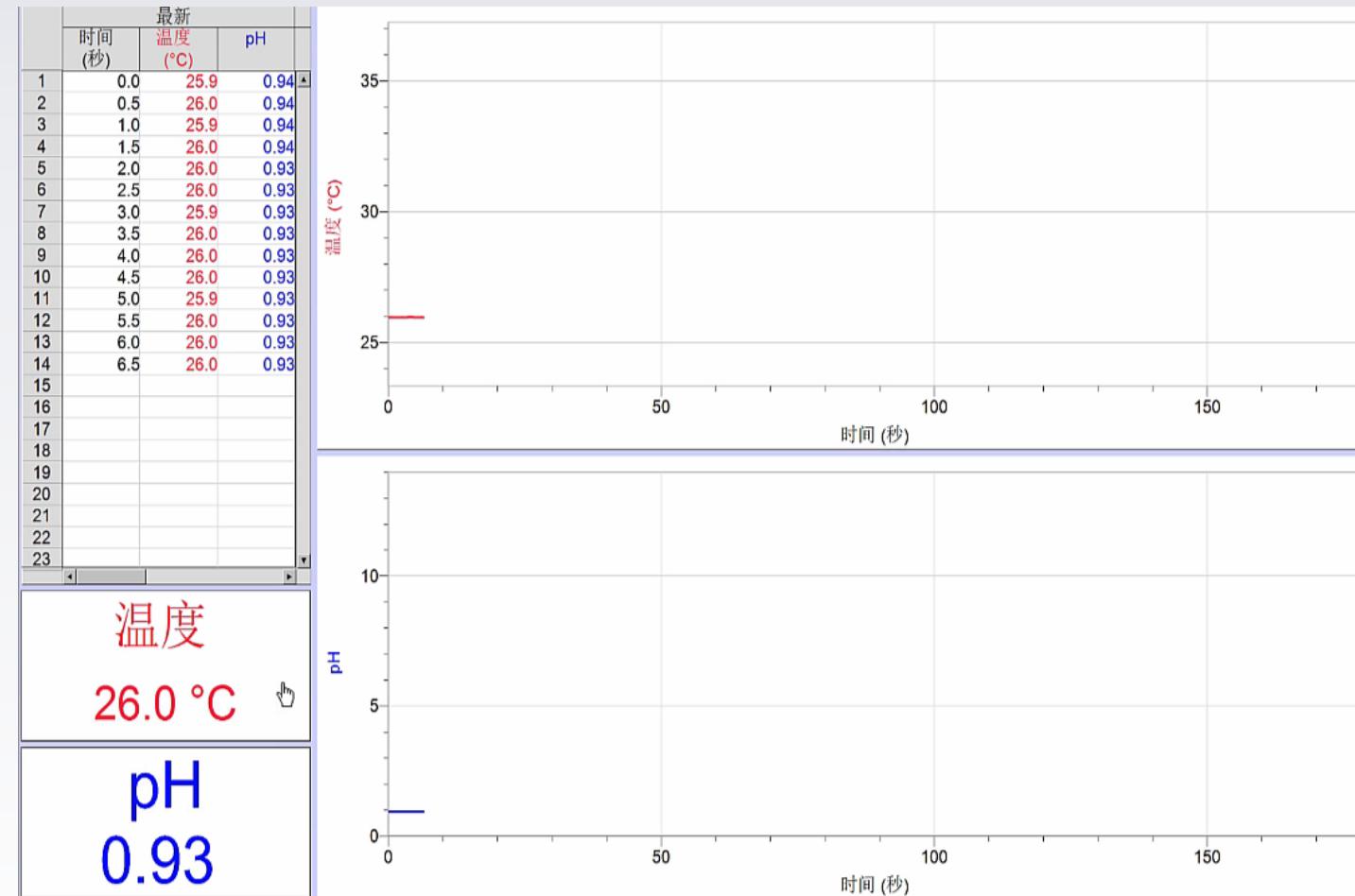
## 四、实验设计思路和创新点

利用**热像仪**来观察容易被忽视的反应的热效应。热像仪可以遥感测量、不需接触、视觉呈现性直观性强、实时测量呈现动态变化，可以观察到各个位置瞬时温度变化和相对高低。



## 四、实验设计思路和创新点

温度传感器可以记录体系中某一个点的变化数据和整个变化过程的数据，形成曲线，可以进行定量分析。在中和反应的实验中将其与热像仪结合在一起使用可以相互印证，更好认识物质变化与热量变化的关联，引导学生感受宏观与微观、定性与定量，初步培养学生基于证据的建模方法。



## 五、实验原理

实验

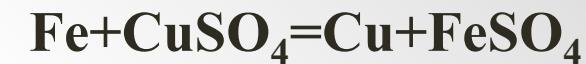
放热反应

吸热反应

1



2



3



4



5

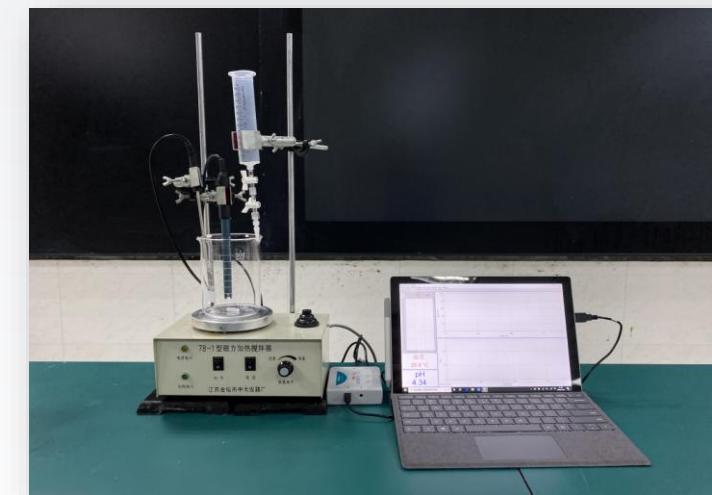


## 六、实验教学目标

通过热像仪，让学生更为直观地感受到化学反应中热量的变化。

通过威尔尔传感器动态生成的数据，培养学生观察对比、证据推理、信息加工、分析归纳的能力。

通过在运用“手持技术”观察化学反应热量变化的实验中，让学生经历科学探究的过程，促进学生学习方式的转变，激发学习兴趣。

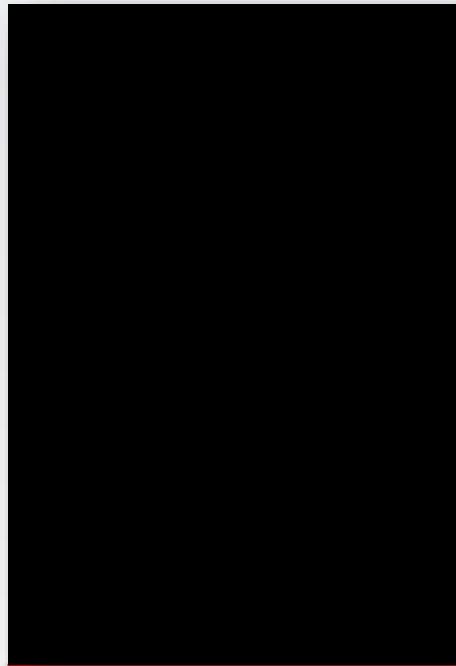


## 七、实验教学内容和过程

### 实验1



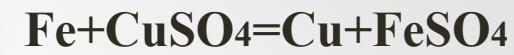
- 镁与稀盐酸反应



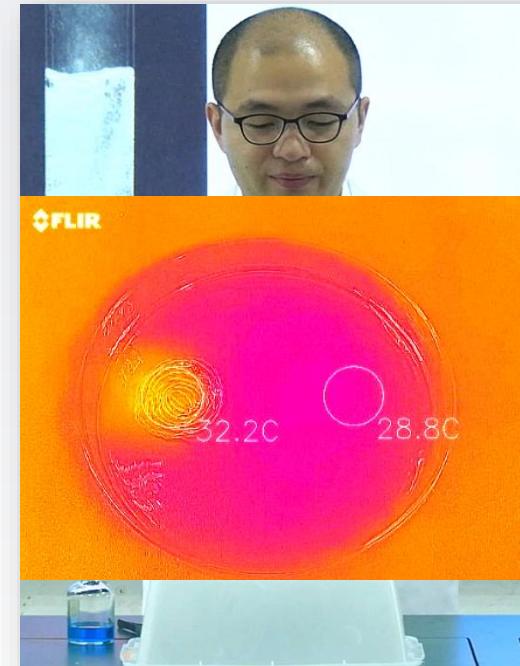
放热明显



### 实验2



- 铁与硫酸铜溶液反应



放热不明显



# 七、实验教学内容和过程

## 实验3



- 热像仪观察

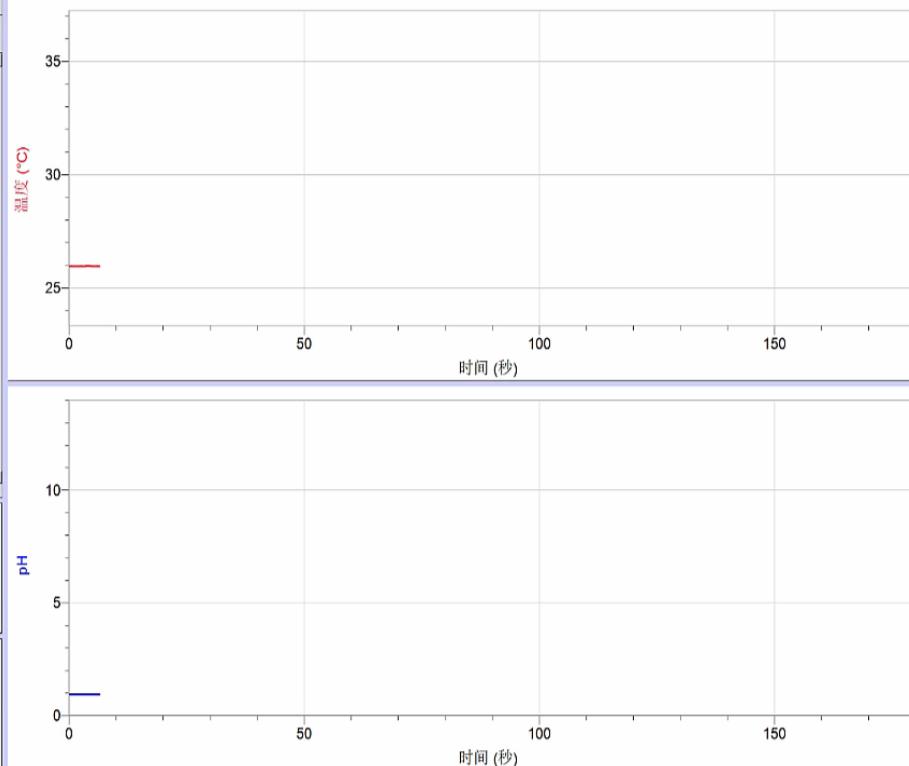
放热

## 多重表征中和反应

### 氢氧化钠溶液与稀盐酸反应

最新		
时间 (秒)	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	pH
1	0.0	25.9
2	26.0	0.94
3	25.9	0.94
4	26.0	0.94
5	26.0	0.93
6	26.0	0.93
7	25.9	0.93
8	26.0	0.93
9	26.0	0.93
10	26.0	0.93
11	25.9	0.93
12	26.0	0.93
13	26.0	0.93
14	26.0	0.93
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		

温度  
26.0  $^{\circ}\text{C}$   
pH  
0.93



- 威尔尔传感器观察



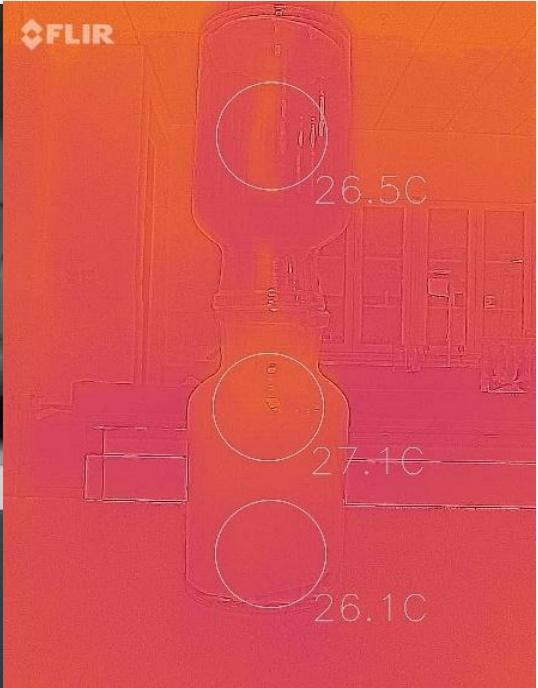
## 七、实验教学内容和过程



### 实验4



### 氨气与氯化氢气体反应



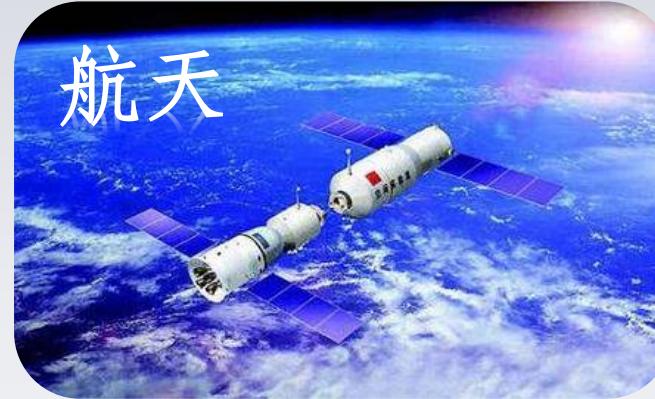
放热

# 七、实验教学内容和过程

## 碳酸氢铵固体常温下分解

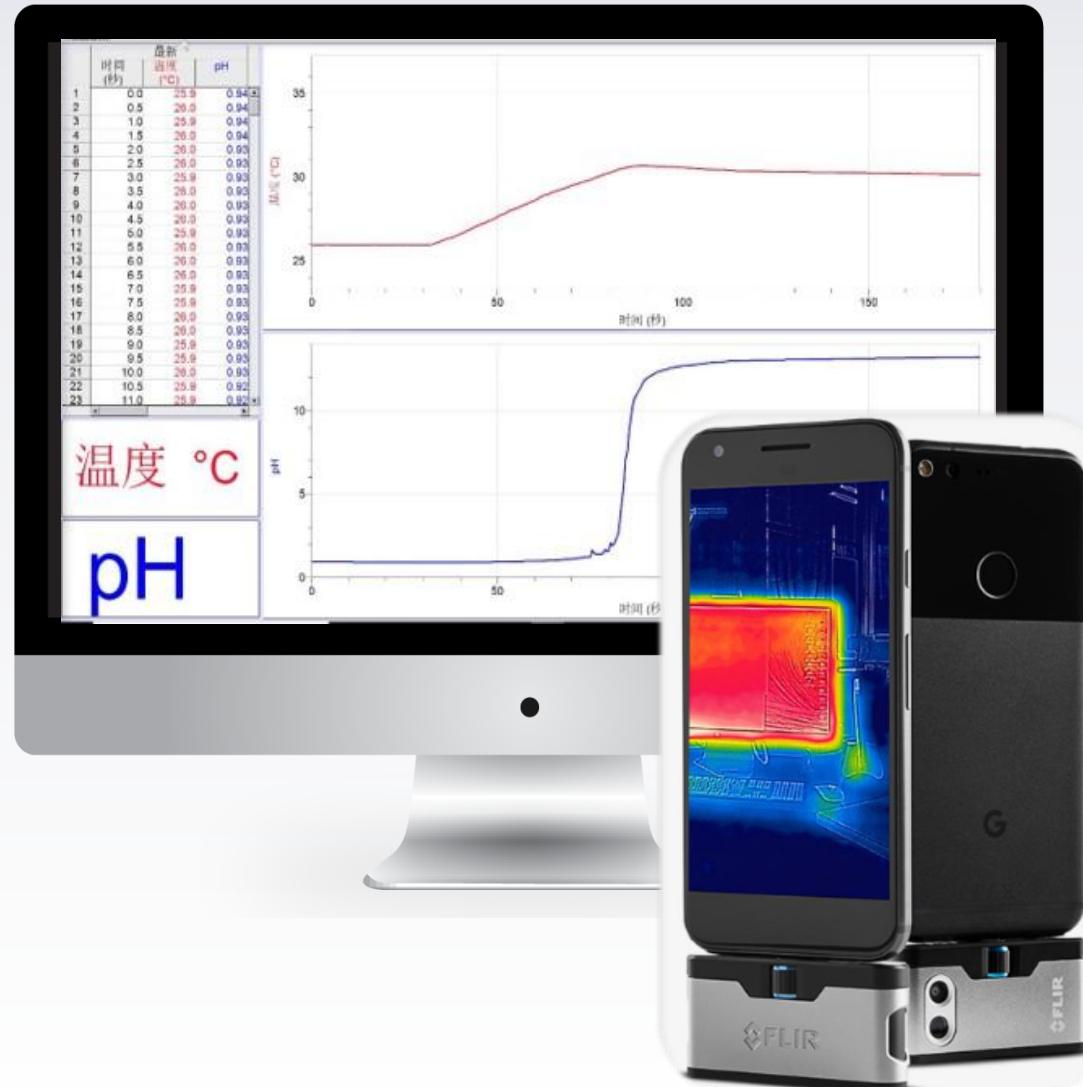
评价内容	评价标准	自评	组员1	组员2	组员3	组员4
1.根据问题设计实验	2分：在小组讨论前已经有初步的构想，报告上有装置图或一些操作步骤					
	1分：在小组讨论前有初步构想，但仅停留在口头交流阶段					
2.实验操作	2分：能按照讨论的实验方案，有明确的操作，动手参与实验，实验操作无误					
	1分：能根据分工较好地完成实验操作					
3.根据实验现象分析获得结论	4分：能分析大部分实验数据及现象并据此得出实验的正确结论					
	2分：正确记录、分析大部分实验数据，结论有微小错误，无原则错误					
4.实验分析评价的体会与收获	2分：能真实地表达此次实验的体会，并且有对此类活动的想法、评价，有建设性的建议					
	1分：有此次实验的体会与对此类活动的评价					

## 七、实验教学内容和过程



## 八、实验效果评价与反思

- 这节课最突出的特点是让学生可以直观地观察化学反应中的热量变化。
- 热像仪和威尔尔传感器的使用，具有实时、快速、准确、直观的特点，实验操作简便、易于观察，数据变化过程与实验过程同步进行，可将实验数据以数字或图像的方式实时显示出来，从而更好地进行基于证据推理的化学教学。





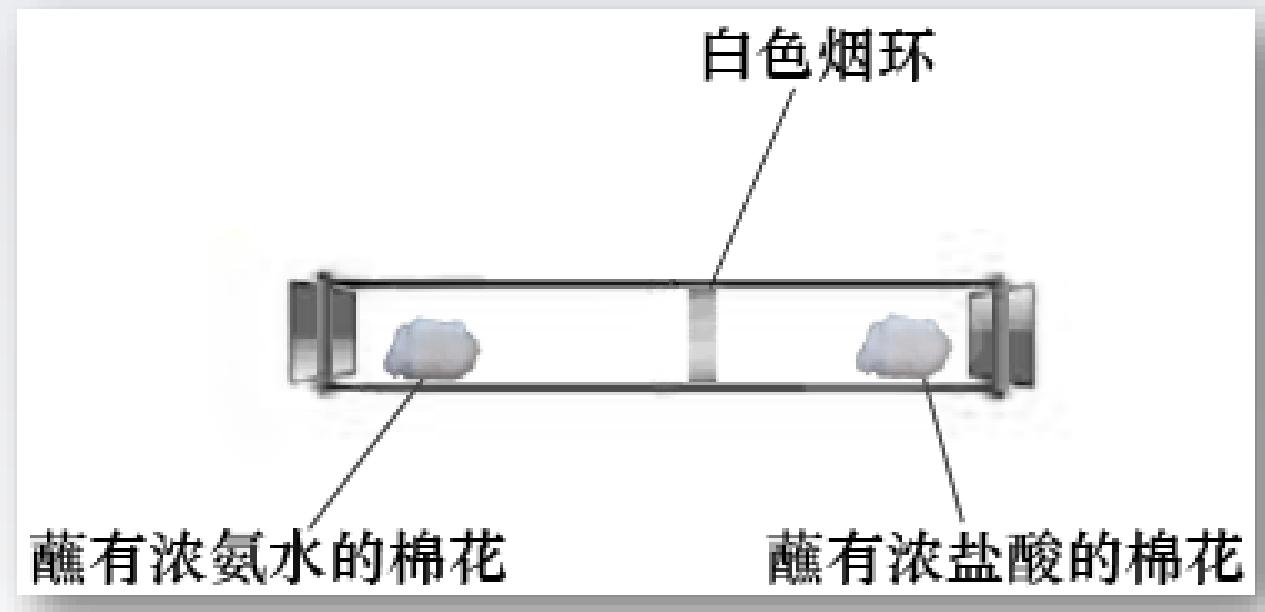
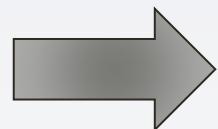
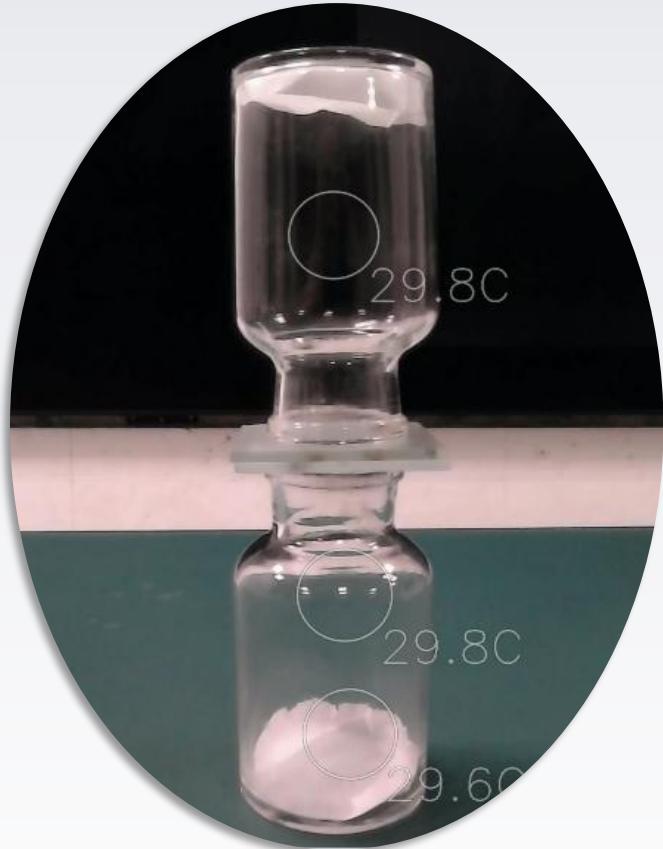
## 八、实验效果评价与反思



- ▶ 教学过程注重了知识之间的内部关联和延续，关注变化观、能量观等化学学科观念的初步培养，并在学生已有的化学知识和生活经验基础上进行交流学习，启迪思维，让学生感受到化学是有用的、实用的科学。
- ▶ 问题的设计紧扣课标，根据学生的认知规律，由浅入深，使学生在自主学习的过程中突破重难点，掌握知识，加强合作，发展能力。



## 八、实验效果评价与反思



感谢  
家  
指  
导

感  
谢  
家  
指  
导

感  
谢  
家  
指  
导





# 鸡蛋和白醋反应

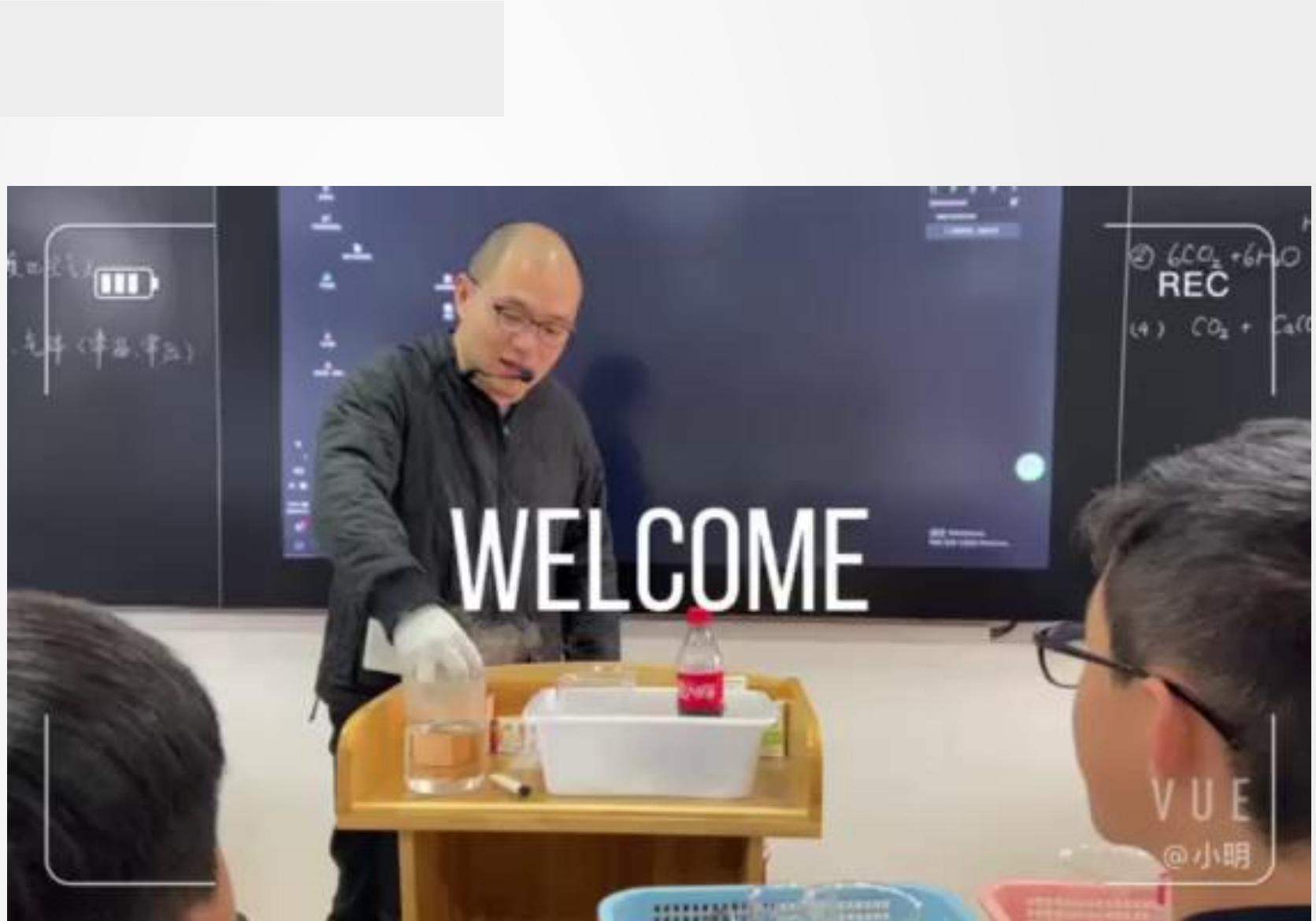
南京市二十九中学  
幕府山初级中学

18届一班孟奕潼





# 课堂实验





# 氢氧化钠用于清洗油污



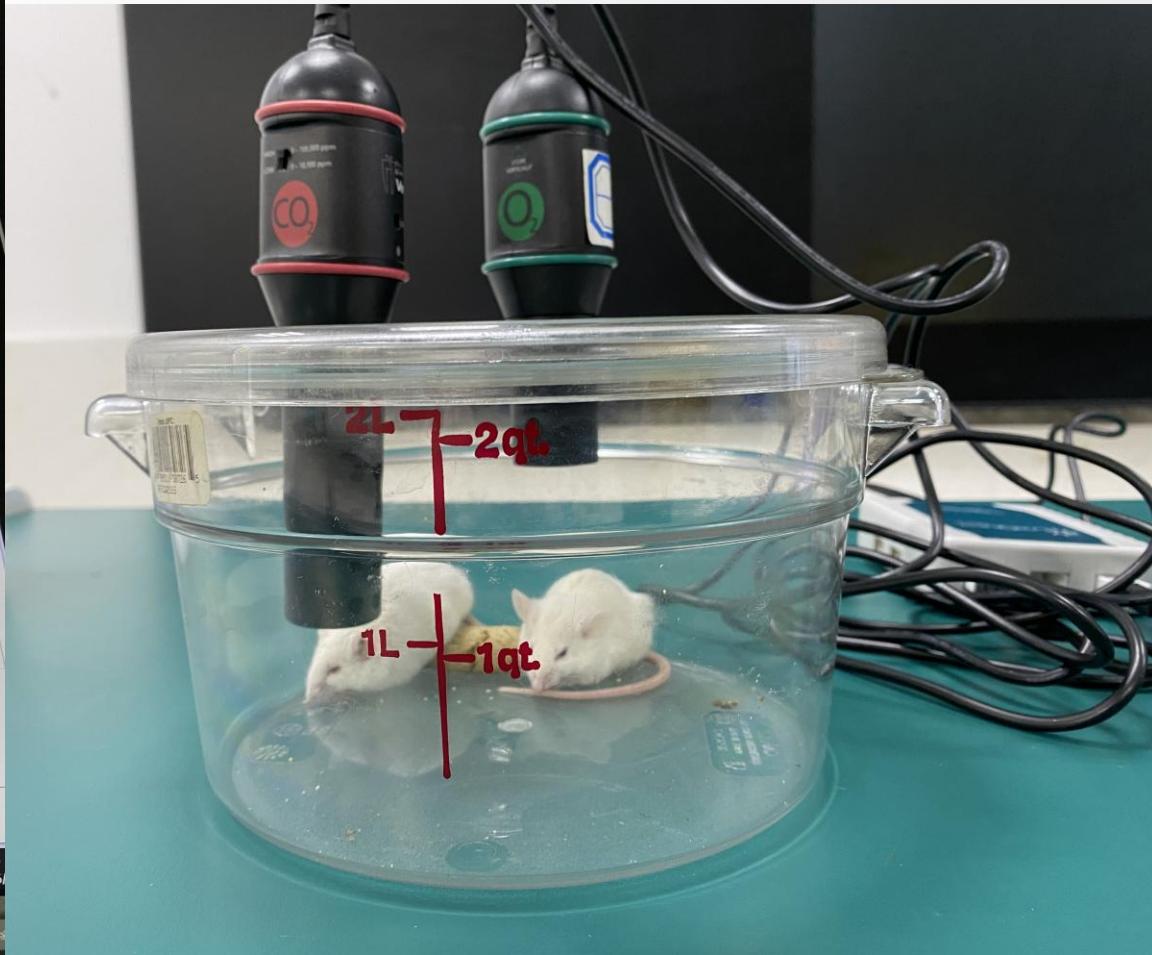
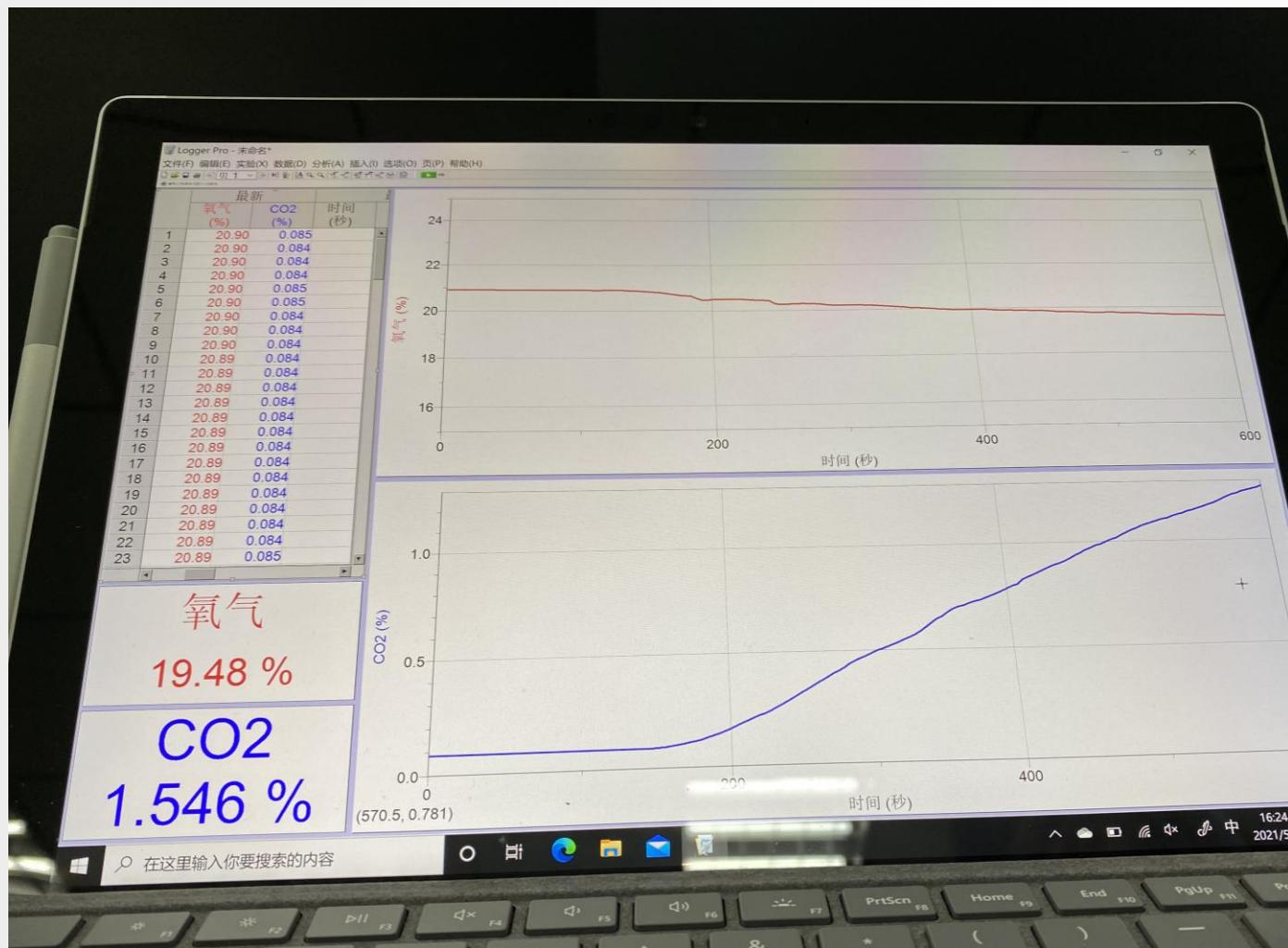


# 课堂实验





# 课堂实验





# 用暖宝宝测定空气中氧气含量



$$\frac{101.53 - 81.04}{101.53} \times 100\%$$

求值

$$\frac{2049}{10153} \approx 0.20181227 \checkmark$$

- 1、基于教材原型的实验创新设计
- 2、基于物质制备的实验创新设计
- 3、基于物质性质探究的实验创新设计
- 4、基于物质原理探究的实验创新设计
- 5、基于绿色化理念的实验创新设计
- 6、基于微型化理念的实验创新设计
- 7、基于趣味化理念的实验创新设计
- 8、基于教具自制的实验创新设计
- 9、基于手持技术支持的实验创新设计

第十届全国中小学实验教学说课活动

# 初中化学

## 跨学科实践活动——碳中和

说课教师：刘广祥（南京市第二十九中学幕府山校区）



# 谢谢！

电子邮箱: 2240283765@qq.com

微信公众号: chemlgx

微信视频号: myronlau