

装备与管理

中学化学教材学生实验的发展研究

人民教育出版社课程教材研究所(100081) 郭 震

化学实验对于学生理解化学原理、掌握物质性质，并将化学理论应用于实践具有重要意义，是化学研究和化学教育的基础，也是学习化学的主要途径。我国化学教育自清末诞生以来，实验始终是化学教材和化学教学的重要组成部分，其独特的功能和地位是教材中其他内容无法代替的。按照实验主体的不同，习惯上将化学教材中的实验分为教师演示实验和学生实验。目前，有关化学实验的研究主要集中在实验方法改进和实验教学探索上，对其发展变迁关注较少。已有研究多以教材正文中的演示实验为主要对象，对学生实验的发展研究主要集中于当代教材，尤其是课程改革新教材中的学生实验，缺乏对近现代教材相关内容的整理。本文对我国清末至今化学教材中学生实验活动的发展过程和变迁规律进行初步梳理和分析，以期为化学实验教学提供参考。

1 不同时期化学教材中学生实验的发展概述

1.1 清末民国时期化学教材中的学生实验

我国化学教材自清末时便编入了化学实验，但清末和民国初年的化学教材未将学生实验或演示实验作为栏目单独列出，对实验的相关叙述较为简略，一般只描述实验过程和现象，很少涉及实验用品和操作注意事项。其主要作用是配合教师的演示向学生呈现化学事实，学生难以据此进行独立的实验操作。这一时期我国出版了一些与化学教材配套的“化学实验教科书”和“化学实验教程”，如《初等实验化学教科书》（饭冈桂太郎著，华申祺译，上海文明书局，1907年）、《化学讲义实验书》（龟高德平著，虞铭新译，上海普及书局，1909年）等，主要译自日本。其内容是对中学化学教材中各处实验的具体操作进行详细说明，收录实验的数量繁多，如《化学讲义实验书》收录了100多个实验（如图1所示）。其中的化学实验可被视作现代意义的学生实验活动

的雏形，同时也兼作教师的实验准备参考资料。

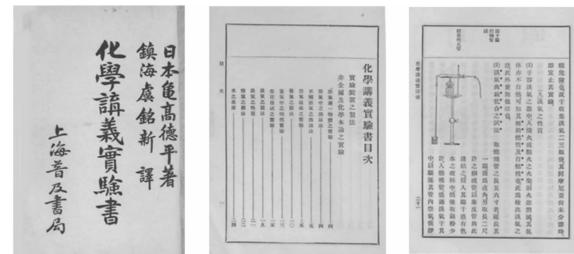


图1 《化学讲义实验书》的封面、部分目录和化学实验

清末和民国初年，我国的化学课程文件没有对学生亲自动手实施的化学实验（即“学生实验”，或称“实验室实验”）进行明确要求。1923年，北洋政府教育部颁布的《新学制课程纲要 高级中学第二组必修的化学课程纲要》第一次明确规定了中学化学课程的“实验纲要”，列出20项实验要求，同时注明“但示其范围大概，各条中有非一二次所能作完者，其实际课程可临时酌定”。此后，我国的化学课程文件开始列出具体的学生实验内容。例如，1932年的《高级中学化学课程标准》列出“加热装置与玻管使用法”“过滤与蒸馏”“硫酸”“炭化轻〔即碳化氢（烃），笔者注〕”等28项实验内容，1936年的《初级中学化学课程标准》列出“灯之用法及试管中加热法”“氧之制法及性质”“酸碱之性质”“食物之成分”等15项实验，明确了学生实验的内容。

为适应课程标准的要求，民国时期的出版机构延续清末化学教材的做法，未在化学教材内增加“学生实验”栏目或相关内容，而是继续单独出版与教材配套的化学实验教程，如商务印书馆出版与其“复兴教科书”配套的《复兴初级中学教科书化学实验》（1936年）、《复兴高级中学教科书化学实验》（1948年），正中书局出版与“新中国教科书”配套的《新中国教科书初级中学化学实验教程》（1947年），等等。这些实验教程以学生为服务对象，以课程标准中“实验教材”规定的学生实验为核心内容。一般在第一个实验中

详细介绍化学实验的基本操作，为后续学生亲自操作奠定基础；对实验目的、实验仪器和药品、实验操作和注意事项进行了详尽的描述，并在每个实验后附“问题”，启发学生进一步了解实验内容和原理，深化对相关知识的理解。以上两种实验教程均被设计为活页形式，便于学生递交教师批阅，需要学生观察记录的实验结果则被设计为对应的填空（如图2、图3所示）。

民国时期的化学课程标准虽几经修订，但其中有关学生实验的内容变化不大。同时由于其间爆发了抗日战争和内战，局势动荡，出版机构自身也受到很大影响。各版本化学教材多沿用20世纪30年代初的内容，配套实验教程中学生实验的数量和内容基本保持稳定。学生实验与化学教材中的教学内容匹配度较高，初中主要为氧气、氢气、二氧化碳和酸碱盐等基本物质的制备与性质实验，加热、玻璃加工、过滤等基本实验操作，以及食物成分、纤维鉴别等生活化内容；高中则以各类元素化合物的性质实验为主，其中包含了部分过渡元素和长周期元素的性质实验，学生实验的数量较多。



图2《复兴初级中学教科书化学实验》中的学生实验

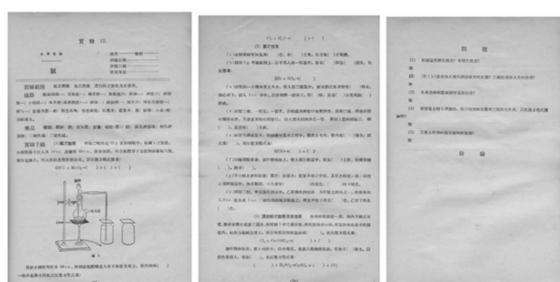


图3《复兴高级中学教科书化学实验》中的学生实验

1.2 新中国时期化学教材中的学生实验

新中国成立初期，教育领域全面学习苏联，通过制定教学大纲规范教材和教学，化学教材严格依照教学大纲进行编制，二者具有很高的一致性。1954年的《中学化学教学大纲（草案）》指出：“大纲中所规定的教师演示和学生实验都是完

成大纲所规定的教学任务的重要组成部分，教师应切实遵照规定进行讲授，作好演示，并指导学生进行实验”，课程文件还同时列出了与各部分知识同步对应的学生实验的内容。此后至今，除21世纪初新课程改革时期的十余年外，我国初、高中化学课程文件均明确区分教师演示实验和学生实验，并对其内容进行具体规定。

这一时期的化学教材严格依照教学大纲的要求，一般在全书最后集中编入“学生实验”（或称“实验室实验”）。这一时期教材中的学生实验，与各章涉及的基本实验操作和重点物质性质的教学相匹配，明确给出实验目的、实验用品和实验步骤。人民教育出版社在1955年出版的初中化学教材，开始在学生实验的起始部分介绍实验安全注意事项，1982年版初中教材的学生实验中首次出现了“问题和讨论”，让学生就实验活动中遇到的问题进行讨论和交流，使其在动手操作、巩固知识的基础上进一步反思，提升学生实验的思维深度和知识容量，促进了化学实验教学的发展。这样的学生实验编写形式多年来一直保持稳定，并被现行的初中化学教材（2012年版）和高中化学教材（2019年版）所继承。本时期的特殊情况是2000年后各出版社出版的初、高中课程标准实验教材。这一批教材根据当时课程标准的要求，突出科学探究，提倡学生在做中学，淡化演示实验和学生实验的区别，未单独列出学生必做实验。

1956年的《中学化学教学大纲（修订草案）》规定“学生实验又可以分两种形式进行：一种是实验作业，这是跟教师讲解教材相结合的实验；另一种是实习作业，这是在学过一个题目或部分教材以后，在教师指导下，由学生单独或分组进行的实验”，实习作业“包括一些实验习题，也就是通过实验来解决某些问题的作业”。此后的化学教材在学生实验中一般均编入“实验习题”，通常设置在几个相关实验之后，包含几个独立的问题，不给出实验药品和步骤提示，让学生运用所学知识自行设计并实施实验方案。这些实验习题能够使学生获得使用和鉴别物质的技能，了解化学知识的应用，从而更充分地理解教材内容，提高分析和解决问题的能力。

2 化学教材中学生实验的发展与变化

清末民国时期，20世纪20年代前的化学课程文件未对学生实验进行具体要求，相关的配套实验教材数量贫乏，且内容差异较大。故新中国

成立前的学生实验选取三四十年代使用最为广泛的商务印书馆“复兴化学教科书”的配套实验教材——《复兴初级中学教科书化学实验》和《复兴高级中学教科书化学实验》中的学生实验作为代表，其余时期则选取人民教育出版社出版的全国通用初、高中化学教材作为各时期代表性化学教材，对其中的学生实验活动进行梳理和分析。

2.1 化学教材中学生实验的数量变化及原因分析

图4和图5统计了各时期初、高中化学教材中学生实验的数量。可以看出，从20世纪30年代至今，学生实验的数量在整体上呈现下降趋势，个别时期的数量有所回升。民国时期的初中学生实验为15个，高中为38个，都明显多于新中国成立后化学教材中的学生实验。主要原因是民国时期的课程标准和教材强调联系生活，加入了一些如食物的成分、鉴别纤维、去污法等实用化、生活化的学生实验；同时，高中化学教材的教学内容较为庞杂，元素化合物种类繁多，因此编入了铜、汞、银、铬、锰等过渡元素和铅、锡等长周期元素及其化合物性质的学生实验。

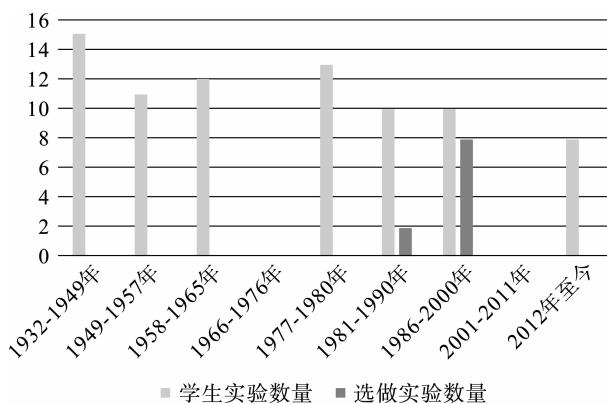


图4 不同时期初中化学教材中学生实验的数量

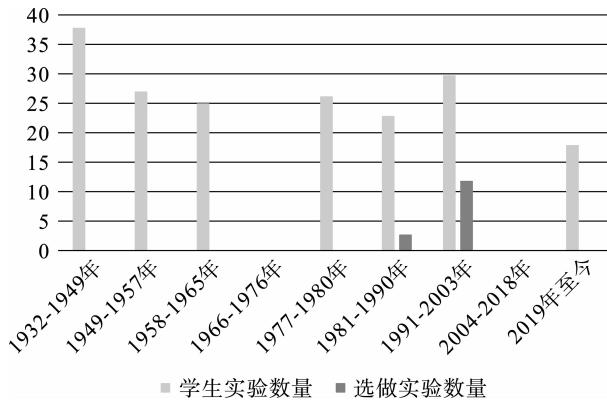


图5 不同时期高中化学教材中学生实验的数量

新中国成立后，教学内容强调学科知识的系统性，对以上民国化学教材中较为庞杂的内容进行了适当精简。此后至今，初中教材中的学生实

验为8~13个，高中为18~30个。初中教材中学生实验的增加，一次是50年代末至60年代初，“大跃进”背景下编写的提高教学要求的教材，增加了硫酸铜重结晶、配制溶液、铁及其化合物的制法和性质等实验；另一次是70年代末，为缩小与先进国家的差距，初中化学教材增加教学内容，提高了教学要求，教材中出现了结晶水含量测定、溶解度曲线绘制等要求较高的定量实验，以及因高中内容“下放”而引入的卤素和碱金属的性质实验。相应学生实验的数量增加到13个，是新中国成立后数量最多的时期。此后，在“减负”的大环境下，教学大纲和教材精简内容，降低教学要求，学生实验的数量有所减少。

与初中教材相比，高中化学教材的知识体系比较系统，教学内容相对稳定，其中学生实验的数量变化相对较小。较明显的一处变化发生在90年代，此时教材的必修第一册增加了有关化学实验基本操作的学生实验，选修第三册因设有“化学实验方案的设计”“物质的检验”两章而相应增加了学生实验，总数达到新中国成立后最多的30个。另一处需要说明的是50年代和60年代的高中教材。我国50年代的高中化学教材学习苏联，学生实验主要按元素类别进行分类，每个实验中包含很多内容。如“实验VIII 硫的实验”，包含硫的熔化、弹性硫的制取、硫和铁的化合物的制取、对亚硫酸的认识、硫酸的性质等14个子项，实验内容繁多。尽管此时的化学教材使用了曲管、玻璃片等较为简便的微型实验装置，但由于实验内容过多，而当时国内中学的实验条件有限，学生实验活动的实际开展情况仍受到一定影响。因此，60年代的化学教材在编写时汲取了编译苏联教材的经验教训，注意结合国情对学生实验的内容进行精简。例如，曾有14个子项的“氮的实验”在精简后被分为“氨的制法和性质”“铵盐的制取和性质”“硝酸和硝酸盐的性质”这3个独立的学生实验。学生实验的数量虽然只是从27个减少到25个，但由于只保留必要的少数实验，实验主题更为明确，师生负担得到明显减轻。

学生选做实验在改革开放前的化学教材中尚未出现。80年代的化学教材在减轻学生负担、降低教学要求的过程中，将少量学生实验改为选做实验。90年代的教材大幅增加了选做实验的数量，初中有8个，高中12个。在这些实验中，一部分是要求较高的化学原理类定量实验，如溶解度和阿伏伽德罗常数的测定；还有一些趣味性、

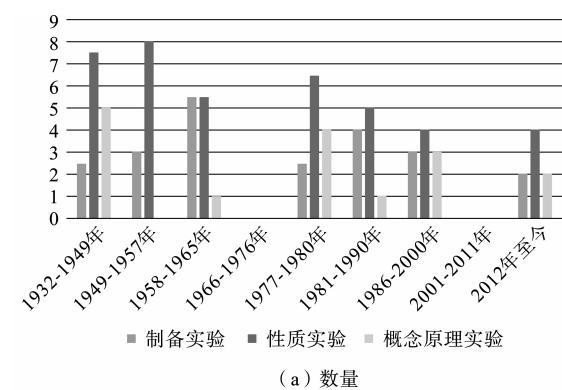
实用性强的实验，如“火龙写字”、番茄电池、天然水的净化、从海带中提取碘的实验，以及可根据课时和学校条件选用的、密切配合教学内容的实验，如金属的电化学腐蚀、乙炔的制取和性质、苯和甲苯的性质、合成有机高分子化合物的性质等学生实验。

2.2 化学教材中学生实验的内容类别变化及原因分析

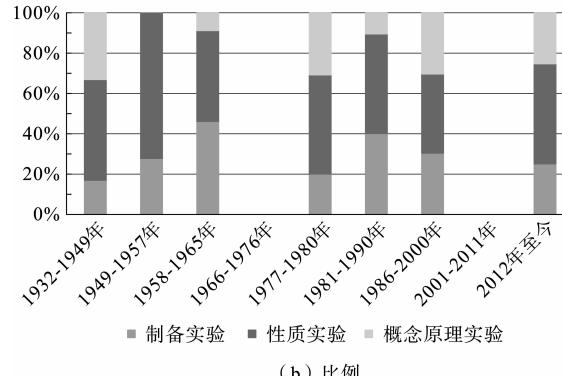
以制备和性质实验为主，如粗盐的提纯，氧气、氢气、二氧化碳的制取和性质，酸、碱的性质等。根据图6中的统计数据，在初中化学教材的学生实验中，制备实验占1/3左右，但绝对数量的波动较大。性质实验的数量一直最多，在50年代的化学教材中占绝对优势，超过70%，此后其比例下降至40%~50%。概念原理类实验在民国时期的学生实验中约占1/3，其内容除基本化学实验操作外，还包括空气中氧气含量的测定、溶液的性质等实验，数量较多。在新中国成立后的教材中则从无到有，呈逐渐增加的趋势，1978年版初中教材中的数量最多，包含测定硫酸铜晶体里结晶水的含量、测定硝酸钾在水里的溶解度并绘制其溶解度曲线图，以及配制悬浊液和乳浊液等概念原理类实验。其中部分实验的操作要求较高，或有定量要求，学生实施难度较大，在80年代的修订中或被删去，或改为选做实验。90年代的教材则编入化学变化的现象和分子运动这两个容易实施的概念原理类实验。

图7统计了不同时期高中化学教材中各类型学生实验的数量与比例。由于高中阶段化学教材的知识体系比较完整，有大量元素化合物的性质需要学生通过实验进行验证，因此从实验类型看，除2019年至今这一时期外，性质实验的数量始终最多，占50%~60%。制备实验在民国时期和五六十年代的教材中较多，约占1/5到1/3。教材在不少元素化合物的性质实验之前，也编入相应的制备实验。但这类实验在改革开放后化学教材中的比例明显下降，低于15%，一般只保留制备氨、胶体、甲烷、乙烯、乙炔、乙酸乙酯等重要代表性物质的少量制备实验。2019年后出版的高中教材只保留简单配合物和乙酸乙酯的制备实验，其比例仅占8%。

整体上看，高中教材中概念原理类实验的比例呈现增加趋势，民国时期和五六十年代高中教材中的数量较少，一般只有周期律和周期表的相关实验、电解质溶液的相关实验，以及一定浓度

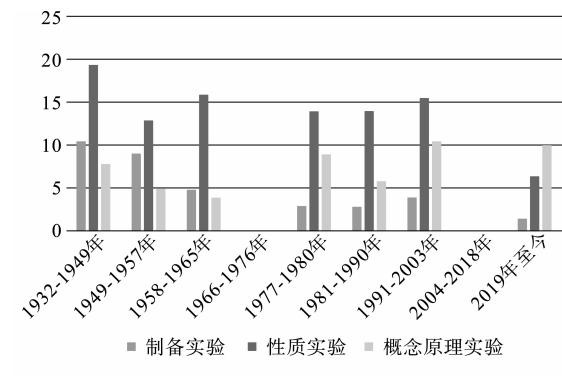


(a) 数量

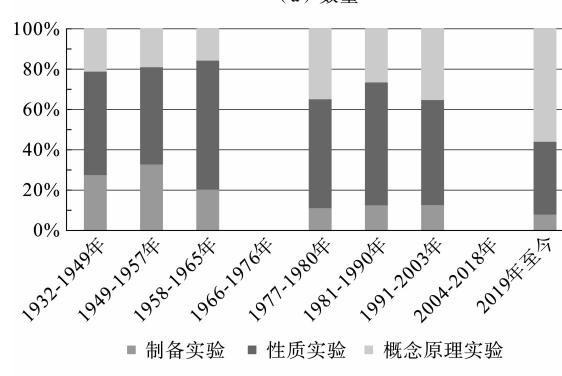


(b) 比例

图6 不同时期初中化学教材中
各类学生实验的数量与比例



(a) 数量



(b) 比例

图7 不同时期高中化学教材中
各类学生实验的数量与比例

溶液的配制等少量实验。1979~1980年版高中教材由于新增教学内容，提高理论水平，学生实验中概念原理类实验的比例也相应提高，达到1/3。

编入阿伏伽德罗常数的测定、中和热的测定、化学反应速度与化学平衡、分子量的测定、中和滴定、原电池和金属的电化腐蚀、电镀等实验，扩大了学生实验对教材中理论性知识的覆盖面。80年代的五年制高中教材为减轻学生负担，删去阿伏伽德罗常数和中和热测定这两个定量实验，同时编入原初中教材测定硫酸铜晶体结晶水含量的学生实验。90年代的教材恢复了原有的一些定量实验，将部分内容编入选做实验，同时还增加了电解质溶液、化学实验基本操作等学生实验。2019年后出版的高中教材，由于新增了“选择性必修2 化学反应原理”模块，教材编入了燃料电池、平衡移动、盐类水解等化学原理类学生实验，必修教材也增加了化学反应速率、化学能转化为电能等实验。概念原理类实验的比例上升至56%，体现了新时期高中教材从关注物质性质等知识性内容转向化学原理等方法性、观念性内容的教育理念变化。

3 小结

近代以来，我国化学教材中的学生实验活动从无到有。其呈现形式从民国时期单独出版配套学生实验教程，发展为新中国时期与教材正文一体化编写出版，或融入各章，或在书后集中呈现，已经成为化学教材不可缺少的重要组成部分。21世纪初，实验版化学课程标准为凸显知识的生成性，培养学生的创新能力，提倡通过科学探究来学习化学，未对学生实验进行明确规定。据此编写的各版本初、高中化学教材在编写“实验化学”模块的同时，不再区分演示实验和学生实验，学生实验作为一个独立的栏目从教材中消失。受传统升学观念和教育、考试方式的影响，以及学校软、硬件条件的制约，选修“实验化学”模块教材的地区很少，必修阶段的学生实验活动难以开展，中学的化学实验教学受到严重影响。

针对这一情况，2011年版初中和2017年版高中化学课程标准恢复了对学生实验的明确要求，列出应组织学生完成的“学生必做实验”，此后出版的化学教材重新编入学生实验栏目，受到师生的普遍欢迎。多年来的教学实践表明，现有条件下，在化学教材中列出学生最低程度必做的实验，不仅提高了教材的整体性和系统性，便于师生使用，而且能够为教育装备部门和学校保障实验活动的开展提供依据，有效地巩固和提高学生的实践与探究能力。

化学教材中教师演示实验的内容较为重视知识的生成性，学生实验则习惯上通过明确实验活动的目的、原理、仪器试剂、操作步骤，引导学生得出实验结果，着眼于单元重点知识和技能的验证与巩固。其传统意义上的定位决定了学生实验与中学化学教材和教学密切相关，其主要内容多年来基本保持稳定。由于化学具有作为成熟自然科学的学科属性，化学教材中一些经典的制备实验、性质实验和概念原理实验得以传承，为不同时期的学生在实践中掌握物质性质、理解化学原理、进行化学应用发挥了重要的作用。

与此同时，化学教材中学生实验活动的传统定位也使其在内容设置上过于强调学科本位，局限于就知识进行实验，实验内容与教材正文的演示实验存在一定程度的重复；验证性实验多，探究性实验少，对过程体验和创新精神关注不足。实验技能训练亦较为专业，缺乏对化学应用背景的情境描述，对学生生活和社会实际关注不足。由于各地经济和教育发展水平存在显著差异，受学校仪器装备条件制约，化学教材中的学生实验大多为使用传统仪器的定性实验，定量实验仅有溶液配制和中和滴定，缺乏数字化实验和微型实验，与化学学科发展与应用的定量化、绿色化趋势不相匹配。

回顾和梳理百年来化学教材中的学生实验，为我们从历史和现实的角度理解其内容与呈现的变化，更好地开展实验教学，实现化学实验在培育化学学科核心素养方面的功能提供了有益的参考。实验是化学学科的重要特征，实验教学在化学教育中发挥着重要作用。化学教材中的学生实验活动作为培养学生实验能力最直接的途径，随着化学学科和教育教学理念的发展，其内容的选择与呈现需要与时代同步，并充分考虑国情。在使用更科学合理、先进环保的实验手段和实验仪器改进传统学生实验的同时，可以将相关内容拓展为选做实验，促进教材中学生实验的数字化、微型化和绿色化，提高实验活动的选择性和可操作性。在实现巩固基本知识和技能等传统定位的同时，不断更新教学理念，在学生实验中融入化学的应用背景和创新元素，通过项目任务等途径，加强与生活、社会及其他学科的联系，提高学生实验的综合性、探究性和实践性，以更好地实现化学学科的育人价值。

装备与管理

湖北省中小学数字校园实验校评价指标构建研究

湖北省教育信息化发展中心(湖北省电化教育馆)(430064) 田明华

1 研究背景

湖北省于2016年启动了“湖北省省级数字化校园示范校(以下简称“数字校园实验校”)试点建设项目,数字校园实验校工作的总体目标是:用5年时间,在全省范围内遴选100所信息化基础较好的中小学校(幼儿园),通过试点探索,建设一批省级数字化校园示范校,引领湖北省中小学数字化校园的建设与应用。试点内容有四个部分:一是建设数字化环境,二是推进信息技术与教育的深度融合,三是创新教育、教学形态,四是探索并形成数字化校园建设和应用的投入和保障机制。

为了解数字校园实验校试点工作效果,更好地推动试点工作,需要全面准确地把握各个实验校数字校园建设与应用水平,对其进行科学的评价,以便发现问题和不足,提出合理的改进措施,为教育行政部门和数字校园实验校在制定、调整试点政策和策略时提供数据支撑和参考依据。然而,开展评价需要建立一套科学、合理、全面地评价指标体系。

本研究以中小学数字校园相关政策、标准规范为基础,根据各省和评价对象实际情况,构建了一套科学合理、可操作性强的数字校园实验校评价指标,并应用到试点工作中期检查过程中,取得了良好的效果。

2 评价指标构建主要原则

(1)科学性原则:评价指标应有相关科学依据,符合教育教学规律,符合中小学教育信息化发展规律,符合中小学数字校园建设与应用规律。

(2)客观性原则:构建指标时应公正客观,尽量避免主观因素的影响,尽量选择定量指标。

(3)系统性原则:构建评价指标时要厘清指标层级,自上而下,从宏观到微观,层层深入,形成一个层次分明的完整体系。

(4)综合性原则:尽可能全面地考虑诸多因素,

以便对评价对象进行综合评判。

(5)可行性原则:评价指标的选取要考虑后期调查评价的可行性,要求有关数据和资料易获取,获取的数据资料便于量化处理,计算方法简明成熟可靠,并尽量降低调查评价的实施成本。

(6)典型性原则:评价指标应具有较强的代表性,不能过多过细,导致相互重叠,产生指标冗余;也不能过少过简,导致遗漏关键信息。

(7)导向性原则:评价指标应具有指导性,能够服务于评价工作的目的,能够指导实验校数字校园建设与应用的方向,促进实验校数字校园建设与应用水平的提高。

3 评价指标构建过程及主要方法

目前,构建指标体系的方法有很多,每种方法都有优势和劣势。本研究依据评价指标构建原则,结合湖北省数字化校园建设整体情况以及数字校园实验校开展实际情况,主要选择关键指标法和德尔菲法来构建评价指标。评价指标的构建、修订和完善分为两个步骤。

(1)采用关键指标法初步构建数字校园实验校评价指标

关键指标法是从相关文献或政策文件中提取关键指标,并将其应用于指标体系的构建。本研究根据评价指标构建原则,对中小学数字校园相关政策文件和标准规范进行梳理分析和归纳整理,利用关键指标法选取指标,初步构建评价指标体系。

(2)采用德尔菲法对初步构建的评价指标进行修正和完善

为使评价指标更科学合理、更全面、更专业、更权威,本研究利用德尔菲法,将初步构建的评价指标发放给有关专家,开展了2轮匿名专家咨询,综合专家意见,对初步构建的评价指标进行筛选、修正和完善,最后形成完整的评价指标项。

4 评价指标的初步构建

4.1 依据有关政策文件、标准规范和文献梳理指标

本研究以2012年以来教育部、中央电化教育馆、湖北省教育厅、湖北省教育信息化发展中心(湖北省电化教育馆)发布的教育信息化和数字校园有关政策、规范、指南为依据,梳理关键指标(见表1)。

4.2 初步构建评价指标项

根据关键指标梳理结果,结合试点工作实际情况和评价目的,以应用为导向,考虑调查评价的可操作性和便利性,将本研究指标体系分为一级指标

和二级指标。

4.2.1 一级指标初步构建

对提取的中小学数字校园评价关键指标进行比较、综合、归纳整理,确定信息化领导力、信息化基础设施、信息化应用情况、保障机制及效果4个一级指标。

4.2.2 二级指标初步构建

根据初步确定的4个一级指标,依据科学性、客观性、系统性、综合性、典型性、可行性和导向性7个原则构建二级指标,初步确定18个二级指标,并给出二级指标简要描述(见表2)。

表1 依据有关政策、规范、指南梳理出的关键指标

文件	年份	发布单位	相关指标
教育信息化十年发展规划(2011—2020年)	2012	教育部	优质资源共享(教育资源公共服务平台、数字教育资源建设与共建共享)、学校信息化(基础设施、教学资源、软件工具、应用能力、创新与改革)、教育管理信息化(国家和省级教育管理基础数据库和信息系统建设、学校管理信息系统建设与应用、系统整合与数据共享)、可持续发展能力与信息化基础能力(教育技术能力培训、教育信息化标准规范编制与应用、教育信息化技术支持、教育信息化战略研究、教育信息化后备人才培养、网络接入、教育云平台建设与应用)。
数字校园示范校建设指南(试行)	2012	中央电化教育馆	师生能力(学生能力、教师能力)、应用服务(统一认证与门户服务、教学应用服务、管理应用服务、教研应用服务、生活应用服务)、数字资源、基础设施(校园网、数据中心、终端、多媒体教室、计算机教室、教师备课室、录播教室、其他数字化环境)、保障机制(组织架构、人员培训、制度建设、资金投入)。
湖北省教育信息化发展规划(2014—2020年)	2014	湖北省教育厅	基础设施(网络接入、信息化终端)、资源与应用(教育资源公共服务平台、网络学习空间、优质数字教育资源库)、管理信息化(教育管理服务平台、教育管理基础数据库、教育管理数据中心、无纸化办公)、保障体系(教育信息化专门工作机构、资金投入、教师信息技术应用能力培训、教育信息化研究、教育信息化运维、教育信息化考核评估、激励措施、信息化领导力与执行力、教育信息化管理机构和管理体制)、教学信息化应用、教育信息化规范。
湖北省省级数字化校园示范校建设指南(试行)	2016	湖北省教育信息化发展中心	基础设施、应用服务、数字资源、师生能力、保障机制。
中小学数字校园建设规范(试行)	2018	教育部	用户信息素养(学生信息素养、教师信息素养、管理人员信息素养、技术人员信息素养)、信息化应用(教育教学应用、教育管理应用、教育评价应用、生活服务应用)、基础设施(网络环境、数字终端、数字化教学空间、创新创造空间、文化生活空间)、网络安全(组织管理、网络应用、校园环境)、保障机制(组织架构、全员培训、制度建设、资金投入、多方协同)。
教育信息化2.0行动计划	2018	教育部	数字资源服务、网络学习空间、网络扶智、教育治理能力、示范引领、网络接入、智慧教育创新示范、网络教学环境、数字教育资源、智慧学习支持环境、教育信息化研究、师生信息素养、组织领导、经费保障、试点引领、教师培训、网络安全。

5 评价指标项的修订与完善

为使评价指标更全面、科学、合理、有效和完整,研究依托初步构建的指标项制定了专家咨询表,采用德尔菲法,向高校教育信息化专家、省级电教馆馆长、市(州)县电教馆馆长、中小学校长、中小学教育信息化分管校长、信息技术教研员、信息技术教师共15位专家进行了2轮咨询。通过专家意见,对初步构建的指标项进行筛选、修改和完善。

一是结合《教育信息化2.0行动计划》中网络扶智和智慧教育创新示范要求,补充“对口帮扶情况”和“示范引领情况”2个二级指标,为避免重复,

对应删除一级指标“应用情况”中的二级指标“示范辐射作用”,同时,增加一级指标“对口帮扶和示范引领”,一级指标数量由4个增加到5个,将补充的“对口帮扶情况”和“示范引领情况”作为2个二级指标纳入其中。

二是调整一级指标“信息化领导力”的二级指标。参考相关研究将一级指标“信息化领导力”的二级指标调整为“信息技术能力”“信息化规划能力”“信息化管理能力”与“信息化评估能力”。

三是将一级指标“应用情况”中的二级指标“教师培训与课题研究”拆分成“教师培训”和“课题研究”2个二级指标。

修改完善后的数字校园实验校评价指标项见 表3。

表2 初步构建的各级指标

一级指标	二级指标	备注
信息化领导力	思想理念	考察校长信息化思维和理念。
	组织能力	考察组织领导能力。
	规划设计	建设规划、实施方案等。
信息化基础设施	网络基础	互联网接入带宽、有线网络和无线网络的覆盖情况、网络质量。
	信息化环境	终端、各种功能室及其他信息化环境的建设与应用情况。
应用情况	公共服务平台	平台应用情况(国家、省、市、县及企业平台均可)。
	应用服务	学校教学、管理、服务、校园文化四类软件系统的应用情况。
	数字教育资源	数字教育资源的建设和应用情况,重点是校本资源建设与应用。
	信息技术素养	考察教师和学生的信息技术素养。
	教师培训与课题研究	国家和省级培训的参与及完成情况、校本培训的开展情况。
	特色与亮点	数字校园建设与应用的特色与亮点。
	示范辐射作用	在本区域内的示范性、辐射性,对薄弱学校的对口帮扶工作。
保障机制及效果	组织领导	是否成立对应的数字校园建设与应用领导机构,是否成立信息中心。
	队伍建设	数字校园建设与应用队伍建设情况,是否有专职信息技术人员。
	规章制度	相关规章制度的制定及落实情况。
	经费保障	经费的保障和使用情况。
	激励评估机制及效果	数字校园建设与应用的激励和评估机制的制定及落实情况。
	运行维护	软硬件设备的维护保养情况、运维经费保障情况。

表3 数字校园实验校评价指标

一级指标	二级指标	备注
信息化领导力	信息技术能力	考察校长信息技术能力。
	信息化规划能力	考察校长信息化规划能力。
	信息化管理能力	考察校长信息化管理能力。
	信息化评估能力	考察校长信息化评估能力。
信息化基础设施	网络基础	互联网接入带宽、有线网络和无线网络的覆盖情况、网络质量、网络安全。
	信息化环境	终端、各种功能室及其他信息化环境的建设与应用情况。
应用情况	公共服务平台	平台应用情况(国家、省、市、县及企业平台均可)。
	应用服务	学校教学、管理、服务、校园文化四类软件系统的应用情况。
	数字教育资源	数字教育资源的建设和应用情况,重点是校本资源建设与应用。
	信息技术素养	考察教师和学生的信息技术素养。
	教师培训	国家和省级培训的参与及完成情况、校本培训的开展情况。
保障机制	特色与亮点	数字校园建设与应用的特色与亮点。
	课题研究	考察学校申请、参与各类教育信息化研究课题情况。
对口帮扶与示范引领	组织领导	是否成立对应的数字校园建设与应用领导机构,是否成立信息中心。
	队伍建设	数字校园建设与应用队伍建设情况,是否有专职队伍。
	规章制度	相关规章制度的制定及落实情况。
	经费保障	经费的保障和使用情况(含省级拨付及自筹)。
	激励评估机制及效果	数字校园建设与应用的激励和评估机制的制定及落实情况。
	运行维护	软硬件设备的维护保养情况、运维经费保障情况。
对口帮扶与示范引领	对口帮扶情况	是否对农村薄弱学校或教学点进行对口帮扶,对口帮扶质量。
	示范引领情况	考察学校示范引领作用的效果。

装备与管理

化学学科专用教室离我们还有多远

江苏省阜宁县东沟中学(224426) 刘秀华

《普通高中化学课程标准(2017 年版 2020 年修订版)》明确提出:有条件的普通高中应重视化学学科专用教室建设,为学生选择不同的化学课程、教师开展分层教学、加强化学教学的实践性和探究性创造良好条件。

目前的普通高中有多少学校装备了化学学科专用教室呢?根据笔者的观察和了解,真正装备有化学学科专用教室的学校少之又少,就连经济非常发达的地区,装备化学学科专用教室的也不多见。那么,化学学科专用教室离我们普通高中还有多远呢,是哪些因素制约了化学学科专用教室在高中学校的装备呢?笔者认为主要有以下六个方面的因素制约了化学学科专用教室在普通高中的装备。

1 缺少装备化学学科专用教室的顶层设计

我国的普通高中基本上都是依据统一的标准配建,各级教育主管部门对普通高中的建设标准、装备要求有着明确的规定,因此大部分学校的硬件设施悬殊不大,各种功能室也没有太大的差别。而化学学科专用教室的装配,教育主管部门对此还没有明确的规定必须装备,这是造成化学学科专用教室在高中校园里依然少见的主要原因。

既然教育主管部门对化学学科专用教室的装备标准还没有明确的顶层设计,处于基层的各类学校也就缺少了那种必须装备此类教室的压力和动力。如果教育主管部门对装备化学学科专用教室有了清晰的顶层设计,并对装备要求做出明确的、硬性的规定,学校一定会克服各种困难装备好化学学科专用教室,为做好化学教学工作保驾护航。

2 缺乏相对统一的化学学科专用教室装备标准

化学学科专用教室是一个非常新鲜的事物,它的出现一定有其存在的道理。有人认为它和化

实验室差别不大,其实单从字面上理解就可以看出来二者还是有差别的。化学实验室是专门用来做化学实验的专用场所,而化学学科专用教室是开设化学课专用的教室,是学生学习化学的主要场所。尤其是在新课程背景下,在跑班制成为常态的学习情况下,化学学科专用教室更有了它的用武之地,选修化学的学生,他们的化学课完全可以在化学学科专用教室里开设。在不久的将来,随着我国经济的快速发展、办学条件的不断优化,化学学科专用教室一定会像雨后春笋般涌现。

当下普通高中没有装备化学专用教室的重要原因之一是:化学专用教室没有一个相对统一的装备标准,学校不知道如何来装备?有的人认为化学专用教室就是化学实验室,二者没有多大差别,所以学校没有必要再花冤枉钱来装备类似于实验室的专用教室。其实化学学科专用教室和化学实验室有较大差别的,学生上的每一节化学课都可以在化学学科专用教室里进行,学生的课后化学学习也可以在该教室进行。而化学实验室则不能满足上述要求。那么这样的化学学科专用教室到底应该装备什么样的设施才能达到化学学科专用教室的标准、才能满足学生的学习需要呢?如果装备得简单了,不能完全满足学生学习化学的需要,称不上化学学科专用教室;装备得复杂了,又可能会和化学实验室有所雷同,造成了重复装备,浪费了学校的办学资金。化学学科专用教室相对统一的装备标准的缺失,使得绝大部分高中没有办法来装备化学学科专用教室,这也是化学学科专用教室难以发展起来重要原因。

3 缺少装备化学学科专用教室的资金

装备一间化学学科专用教室需要一笔不菲的资金。我国当前的普通高中基本都是公办学校,办学资金来自国家拨款。而装备一间化学学科专用教室所需要花费的资金应该不少于数十万,装备多间化学学科专用教室花费的资金则更多。

公办学校的办学经费专款专用,对高中学校来说,他们的办学经费都是有限的,而化学学科专用教室对目前的高中学校来说还不是必备的,教育主管部门的办学标准中对此没有硬性要求。在办学资金相对有限的前提下,许多学校还是把有限的资金用于刀刃上。政府部门也会把有限的办学资金用在那些见效快的办学项目上。对于新生的化学学科专用教室装备,他们往往会忽略。当然,对于少数办学资金十分充裕、领导又非常重视化学学科发展的学校,他们也会装备适量的化学学科专用教室来满足新课程、新高考对于化学学科的教学需要,这样的高中在为数众多的学校里还是少数,这也就使我们对化学学科专用教室显得比较陌生了。

4 化学的学科地位使得领导不重视化学学科专用教室的装备

在新高考背景下,处于主要学科地位的依然是语文、数学、外语,对于化学学科来说,相对处于小学科的地位。学科地位直接影响其在学校中的发展,学科地位直接决定着教育的投入,尤其是在办学资金不很充裕的情况下,学校领导会把有限的办学资金用在主要学科建设上,会把办学资金用在有利于快速取得成绩的学科上。

在新高考背景下,对于绝大部分高中来说,化学学科依然是那种“不被待见”的小学科,尤其是那些办学质量、办学规模一般的学校,化学的学科地位更是不高。学科地位直接决定了学校管理者的关注与投入力度。

5 化学学科专用教室管理人员的相对缺乏

化学学科专用教室有它的学科特点,有非常强的专业性,需要专门的人员进行管理与维护,不像一般教室那样不需要专业人员进行管理。化学学科专用教室有类似于化学实验室的特点,这样的专用教室运行需要配备专业的管理人员进行维护与管理,而这样的专业人员往往需要具备相对较强的化学学科知识,否则就不能适应化学学科专用教室的管理要求。

站在化学老师角度看,化学学科专用教室的管理人员配备,我觉得至少应该是比较熟悉化学学科特点的人员,最好是精通化学学科特点的化学老师。而在当前的新高考背景下,化学的学科地位直接导致许多学校化学老师配备不足,就连许多师范院校

的化学专业师范生数量也在锐减,有的高中学校多年不引进化学老师。在这样的情况下,给化学学科专用教室配备专业的管理人员,其难度可想而知。不少的学校,化学实验室配备的管理人员都是那些“老弱病残”的老师,让这样的学校再来配备能够保证化学学科专用教室良好运行的专业管理人员,更是难上加难。专业管理人员的严重不足也是制约教育管理者装备化学学科专用教室的原因之一。

6 化学学科教室的安全性和污染性也制约其发展

化学学科有别于其他学科,它具有较强的专业性,这样的学科专用教室装备也有很强的学科特点。化学学科专用教室的装备首先必须考虑的是其安全性与污染性这两个方面。这两个方面的特点严重制约了学校装备化学学科专用教室。

一般的高中学校都装备有多个化学实验室,这些化学实验室的建设与装备都充分考虑了安全与污染这两个方面的因素。许多学校的化学实验室都是单独建在一幢楼上,基本上安排在一楼,而且和教学楼有一定的距离,这些都是基于安全和污染等方面因素考虑的。

化学学科专用教室有类似于化学实验室的专业特点,因此它的装备也必须要考虑安全性和污染性,这两个方面的考虑就使得这样的学科专用教室不适宜建设在一般的教学楼上,也不适宜装备在化学实验室中,更不能把二者混为一谈,毕竟二者还是有较大区别的。在办学资源还不是十分充裕的学校,让他们装备既符合安全规范,又符合排污要求的化学学科专用教室,实在是难上加难。化学学科专用教室不像其他普通学科教室那样,它还涉及药品和仪器的保存等问题。诸多的专业问题难以解决,这也使许多高中学校难以装备化学学科专用教室。

鉴于笔者所站的高度有限,加之化学学科专用教室的装备在普通高中还是一个比较新的事物,可能影响化学学科专用教室装备的因素还有很多。虽然制约化学学科专用教室装备的因素有不少,但是笔者觉得随着我国经济的快速发展、办学条件的不断改善、化学学科地位的不断提升,化学学科专用教室在普通高中一定会很快地发展起来,它们对化学学科教学的促进和化学专门人才的培养一定会发挥越来越大的作用。

装备与管理

中小学体育锻炼网上巡查监测的应用探究

湖北省宜昌市教育信息技术中心(443000) 屈金彪

在教育信息化 1.0 行动时代,随着“三通两平台”要求的基础设施建设推进,各城市“雪亮工程”和“平安校园”建设也已全面展开。目前宜昌市义务教育阶段和高中共 426 所学校已经实现了监控全覆盖。现在监控基础设施都已被列入新建学校必须建设的项目,各地各校都已拥有了较高水平的相关基础设施。从教育信息化 1.0 时代强调建设到教育信息化 2.0 时代强调应用,在现有的基础设施上创新应用已是时代的要求,本文将从需求分析到实现案例的过程,深入细致地探究如何利用现有信息基础设施实现体育网络巡课。

1 研究背景

中国的教育信息化已进行多年,当前教育管理信息化以及信息技术与教育的深度融合已越来越向纵深发展。教育体制机制的改革从不间断。改善教学质量,提升全面发展已成为各地基础教育改革统一目标。为加强体育锻炼,健全学生全面发展培育体系,中考体育分数占比提高,利用信息基础设施推进体育科目教学改革已成为趋势。

1.1 国家政策有要求

教育信息化 2.0 行动计划强调持续推动信息技术与教育深度融合,改进教学、优化管理、提升绩效。同时要提高教育管理信息化水平,优化教育管理信息系统,深化教育大数据应用,全面提升教育管理、政务服务等工作的能力。充分利用云计算、大数据、人工智能等新技术,构建全方位、全过程、全天候的支撑体系,助力教育教学、管理和服务的改革发展。在实施方法上 2.0 行动计划要求推进教育政务信息系统整合共享。以“互联互通、信息共享、业务协同”为目标,完成教育政务信息系统整合工作。建立“覆盖全国、统一标准、上下联动、资源共享”的教育政务信息资源大数据,打破数据壁垒,实现一数一源和伴随式数据采集。完善教育数据标准规范,促进政务数据分级分层有效共享,避免数据重复采集,优化业务管理,提升公共服务,促

进决策支持。

1.2 学生与社会各界有呼声

当学生期盼已久的“放风”时刻终于到了,却又被通知“放风”取消,改为英语、数学、物理等沉重的文化课。对于这种重文化课轻素质教育的现象,教育部明确表示,要保证青少年体育锻炼活动时间,确保学生每天锻炼 1 小时,严禁挤占体育课和学生校园体育活动时间。为了进一步做好相关工作,2021 年 4 月 21 日,教育部发布了《教育部办公厅关于进一步加强中小学生体质健康管理工作的通知》,强调着力保障学生每天校内、校外各 1 小时体育活动时间。全国落实大课间体育活动制度,中小学每天统一安排 30 分钟的大课间体育活动。为了配合做好相应督导工作,教育部也下发了《中小学校体育工作督导评估办法》文件。

1.3 全面落实学校体育工作日常巡视监管面临困难

在地市级和区县级教育管理部门中,体育科目经常与艺术、卫生、劳动等科目一起统一管理。不少地市级教育部门都成立有体卫艺劳科,相关科室人员少,业务多,各种赛事和其他活动也多,难以抽身做到实时监管。全市各校分布在不同的区域不可能逐个学校每天去校园操场巡视督导。

2 解决方案:利用现有信息基础设施对中小学体育锻炼网上巡查监测

宜昌市教育局在 2021 年工作要点中提出着力构建立德树人新机制。推进学校体育改革,聚焦“教会、勤练、常赛”机制。开展中小学体育锻炼网上巡查监测。宜昌市目前已有智慧校园(数字校园)示范校国家级 1 所、省级 8 所、市级 100 所。各学校都已完成“雪亮工程”的建设,视频监控系统已经覆盖全部学校,各学校操场、体育馆已基本做到画面全覆盖,利用这些信息基础设施加强教育监管已具备充分的物质基础条件。

3 实施体育锻炼网上巡查存在的主要问题

3.1 各校视频监控平台不统一,厂家不同,难以兼容

以宜昌市直学校为例,本地区有海康、大华、宇视等各个主流厂商的设备,也有“雪亮工程”“阳光厨房”“标准化考场”的监控设备。各设备厂家不同、设施设备归口不同、运行网络网段不同,难以统一管理和集成。

3.2 摄像头多,难以快速找到目标

智慧校园创建以来各校都相继增加了监控摄像头的数量,基本做到了重点区域全覆盖。一般高中的监控摄像头数量都在200~500个左右,每次要从这众多的摄像头中找到目标摄像头耗时耗力,极不方便,且各校的摄像头命名方式和规则也不尽相同,快速浏览到目标摄像头效率低下。

3.3 目标设备多,难以管理

监控系统包含摄像头、电源、网络设备、硬盘录像机、管理平台等,这些设备数量庞大,规格繁多。还可能出现设备断电,断网,查找不到设备,画面遮挡,视觉方位不对等多种问题,难以统一管理和维护。

4 体育锻炼网上巡查的实施策略

4.1 借用第三方集成平台

利用宜昌市教育城域网内一台DELL服务器通过Linux系统部署了一套H公司的教育安全管理平台,服务器配置不低于8核心3GHzCPU,内存不低于32G,硬盘RAID之后有效存储不低于300G,单独网卡配置于教育城域网之内。通过此软件平台来在线接入目标视频平台或者视频录像机。通过各个学校的硬盘录像机单独配置一专用城域网地址,并入网即实现了统一纳入平台的基础。

4.2 区分有效画面

由于所涉及的监控点位很多,一时难以准确找到相关监控画面,所以在实际操作中对各个学校的目标监控画面进行了区域划分,共分为操场和体育馆、教室两个区域。以实现目标视频监控的快速查找和浏览,真正做到在实际操作中一键直达目标预览的效果。

4.3 制定不同角色与权限

在整个体育巡课的过程中有市教育局、县(市)区教育局、片区中心学校、学校等不同层级的巡查

监管人员。各巡查监管人员需要查看的范围不同,各个层级的系统管理人员,所拥有的添加删除的权限各不相同,所以需要拟定不同的角色,同时配备对应的权限,配备权限见表1。

表1 权限分配设置表

角色	应用管理权限	系统管理权限
超级管理员	查看全部监控画面	全部系统配置权限
市级巡查员	查看全部体育编组内监控画面	全部系统配置权限
区县级巡查员	查看本县(市)区内体育编组监控画面	本区县内角色账号配置权限
中心学校级巡查员	查看本片区内体育编组监控画面	本片区内角色账号配置权限
校级巡查员	查看本校体育编组监控画面	本校内区域编组设备配置权限

4.4 制定配套政策

4.4.1 明确专岗负责,责任到人

各学校需指定一名专兼职管理员。凡涉及到学校网络、监控、机房等设施设备建设、改造、安装、维护,管理人员必须全程参与,并做好技术文件存档和备份。

4.4.2 规范日常管理,定期巡查

校园视频监控设备不仅用于体育巡课,也是“雪亮工程”“平安校园”“智慧校园”建设的重要基础设施,要规范日常管理。学校管理员要定期巡查每周至少浏览一次各摄像头的画面情况,查看摄像头是否正常工作,联网是否正常,并做好巡查记录和整改情况。

4.4.3 及时整理存储,确保性能

各校视频监控录像机数量较多,学校管理人员需定期查看各硬盘录像机,保证每一个录像机都能正常观看至少前30天的回放。各监控摄像头需定期清理遮挡物,包括树叶、灰尘等,尽量减少监视盲区,做到重点区域视频画面全覆盖。

4.4.4 做好相关预算,保障经费

部分学校存在设备老化或损坏现象,如摄像头电源适配器损坏、链路设备光纤收发器烧坏、硬盘录像机崩溃等。凡是不属于保修期以内的,需在年度预算中列支相应预算,做到设备损坏及时增补更换,以保证视频影像的连续性,确实有断档的间隔时间不能超过一周。

4.4.5 理清协作关系,专人管理

部分学校监控系统分批建设,其中包括“雪亮工程”“阳光厨房”“标准化考点”等建设项目,相应

装备与管理

智能实验教学环境下农村初中实验教学模式的探索

湖北省松滋市南海镇南海初级中学(434201) 董清华 王世静

初中物理、化学、生物都是以实验为基础的学科。实验可以创造和预设教学情境，有利于学生学习和掌握知识，有助于培养学生的能力，从而全面提升学生的科学素养。实验教学在概念的引入、概念的定义、规律的探究和归纳、物理量的测量和计算中发挥了不可替代的作用。随着科技日新月异发展，实验室建设、实验器材、实验内容与方法、实验技术都发生了很大变化，大数据、虚拟技术、AI 智能等的引入也让实验教学如虎添翼。

我校是一所农村初中，2020 年 4 月被选入教育部重点课题“中小学智能实验教学系统的构建与应用实践研究”子课题“智能实验教学环境初中理化生实验教学的有效方法研究”实验学校。在课题研究中，我们根据课题组的要求，对我校及其他农村初中的实验教学现状进行了调查，摸

的设施设备不属于同一厂家同一型号，集成商也不相同。为了理顺关系，学校要安排专人集中管理相关厂商的设备配置清单、设备验收清单、平台登录地址、IP 设置信息、用户名和密码，降低对厂商或集成商的技术支持依赖。

5 网上巡查效果明显

以宜昌市市直 6 所高中学校为例，使用 H 公司的教育安全管理平台，将市直学校各品牌的视频有效衔接进来，打通了各平台的相关数据传输，实现了对目标画面的实时查看。根据体卫艺劳科提供的学校课程表即可精确巡查班级的体育上课情况，效率大大提高。由于管理机构做到了随时网络巡课查看而不用提前和学校打招呼，学校和教师不清楚是否正在接受检查，因而体育被占科现象已杜绝，实现了预期的效果。

从监管的层面来看，负责体育监管的工作人员从以前的需要前往学校实地巡查变成了坐在办

清了实验室、实验教师、实验教学实际情况，初步探索智能实验教学环境下适合农村初中实情的实验教学模式。

1 农村初中实验教学现状

(1) 实验基本能正常开展。随着全市薄改项目落地实施，所有乡镇初中实验器材配备到位，理化生实验器材基本满足教学需要，演示实验开出率达到 90%，学生实验开出率可以达到 100%。

(2) 特殊实验药品仍存在短缺现象。部分化学实验药品由于申报手续繁复、采购受阻，不能及时供给，无法满足实验教学的需要。

(3) 实验器材老化，不适应教学需要。部分理化实验器材已经不适应教学需要，比如电学器材基本为学生实验器材，不能进行演示实验，或者实验可视性不强。

公室就可以实时在线巡查，极大地提高了监管效率，节省了人力物力成本。

从被监管的层面来看，被监管的学校也省去了接收通知、迎接检查等繁琐的迎检程序，减轻了学校的负担。体育锻炼时长的监管措施也得到了学生和家长的热烈欢迎，学生的体育锻炼权利得到了充分保障。被“借课”的体育教师也有了拒绝“调课”的充分理由。碍于网络巡查的存在，其他科目的教师“借课”动机也大大下降，教学秩序得到有效的规范，各方反响良好。

6 结语

在物联网和大数据时代，教育管理当中的难点和痛点可以尝试通过信息技术的手段加以解决。梳理业务流程，理清监管职责，各层级密切配合，解决信息共享难题将事半功倍。

(4)实验器材的精度不高,实验误差较大。现有器材特别是测量器材,精度过低,实验误差较大,导致无法达到预定实验效果。

(5)部分实验由于安全性等因素无法开展。比如托里拆利实验,由于水银蒸汽有毒,现行教材要求不再进行演示实验。

(6)实验室建设标准不一,导致各校实验开出情况不同,实验对教学的贡献率不统一。

2 基于智能实验教学环境下教学模式的探索

2.1 基于互联网实时接入技术在教学情境中应用的探索

互联网实时接入,可以做到实时、实地、实景与教学需要的结合。教师根据教学内容提前浏览相关信息或者视频,以满足教学的需要。比如托里拆利实验,教材要求播放视频,让学生观看。在实际教学时,可以借助互联网的实时接入,让学生观看多个视频,了解:①实验中倾斜玻璃管时水银柱高度变化情况;②用水做测大气压实验;③非标准大气压条件下水银柱的高度等情况。学生通过观看这些视频,既掌握了托里拆利实验基本原理,也了解了相关拓展实验。再比如重力概念教学,可以播放神舟十号飞行员王亚平在“天宫一号”中做的相关实验,让学生直观看到物体在失重状态下的状况。

2.2 虚拟实验在实验教学中运用的探索

虚拟实验是指借助于多媒体、仿真和虚拟现实等技术在计算机上营造可辅助、部分替代甚至全部替代传统实验各操作环节的相关软硬件操作环境,实验者可以像在真实的环境中一样完成各种实验项目。我们在实际教学中使用的是借助动画软件制作出来的虚拟实验装置或者器材来模拟实际实验,从而补齐部分演示实验可视性不强的短板。

在托盘天平使用的演示中,由于天平本身较小,可视性不够好。借助 Flash 制作的天平使用的虚拟实验装置,教师可以完整演示从天平使用前的调节到使用后器材整理的全过程,直接生动,学生印象深刻。

再如串并联电路教学中,我们通常的做法是分发磁吸式电路元件让学生在黑板上动手连接。但是由于电路连接方法很多,学生无法及时掌握。我们可以借助虚拟实验装置,对同一个实验反复拆除和连接,学生可以直观判断出正确连接方法,掌握多种连接方法。

2.3 基于物联网的实验管理系统在实验教学管理应用中的探索

我校建立了一套实验管理系统,包括教师端、实验员端、后勤保障端和教务端。教师根据教学进度申报演示实验、学生实验的时间、人数和器材要求。实验员根据全校 24 个班课表和实验保障情况做出实验安排表,并根据要求开放实验室。后勤保障人员根据实验实际消耗补齐实验药品和器材,对实验员申报的器材药品和消耗情况做好登记。教务主管做好实验开出情况和完成情况统计,及时协调各端口,处理相关问题。在实际运行过程中,取得了一定的效果。但是还存在无法监控实验实时情况,无法对学生实验情况进行客观评价等实际问题。

2.4 智能实验器材在实验教学中运用的探索

现有的实验器材是根据现行教材实验要求配备的。但是一些实验器材还是跟不上学生的学习需要或者跟不上时代的步伐。我们可以对实验器材加以改进,引入一些智能实验器材,补充和丰富现有实验器材。

物理热学中比热容的实验,现行实验器材是使用热得快对水和煤油加热,实验时还要提前测出两种液体的质量和初温,实验中学生要同时记录时间和温度。根据实验要求,我们将计时器、电子秤和电子温度计整合在一起,学生可以直观看到加热前、加热中液体的质量、温度变化,对比性很强,效果明显。

测家用电器的电功率实验,如果借助电能表和计时器,测量时学生不仅需要边计时边数电能表表盘转过的圈数,而且计算较为复杂。如果借助网购的电功率仪,直接将用电器接入电功率仪,再将电功率仪接入电路,打开用电器开关,实时电功率就可以直接在表盘上显示出来。

当然,智能环境下实验教学不是用虚拟实验、智能实验器材等全面取代学生的动手实验,而是现有实验教学的一种补充和完善。比如伏安法测电功率实验是初中物理一个重要的电学实验,也是每年中考考核的重点。实际实验时,学生要完成电路连接、观察灯泡亮度、数据记载、计算电功率等操作,考察学生电路设计、动手、观察、故障判断、计算等能力。如果用智能的电功率仪去测小灯泡的功率反而让学生失去了学习、实践机会,也不能培养学生能力和思维。

实验教学

实验室制取二氧化碳及其性质实验的一体化设计

江苏省苏州市工业园区星海实验中学(215101) 徐丽华

1 创意来源

二氧化碳是初中化学“身边的化学物质”主题下的一个重要教学内容。沪教版教材安排了探究二氧化碳与水反应、二氧化碳的制备和检验、倾倒二氧化碳灭火3个实验。这些实验各自独立,需要多次收集二氧化碳,且反应仪器多、药品用量大,操作繁琐。对二氧化碳性质的检验太单一,不利于学生对二氧化碳性质全面系统的认识。并且原教材对二氧化碳与水的反应探究不足,没有探究二氧化碳本身的影响。因此,笔者对二氧化碳的制取和性质实验进行了改进,将二氧化碳的制备与收集、多个性质实验合为一体,实验效果明显,提高了实验效率。

2 实验的改进

2.1 实验用品

仪器:具支试管(15 mm×150 mm)、20 mL注射器、U型管(15 mm×150 mm)、100 mL集气瓶、橡胶塞、铁架台。

药品:大理石、1:4稀盐酸、澄清石灰水、蓝色石蕊试纸、水。

2.2 实验装置

实验装置见图1。

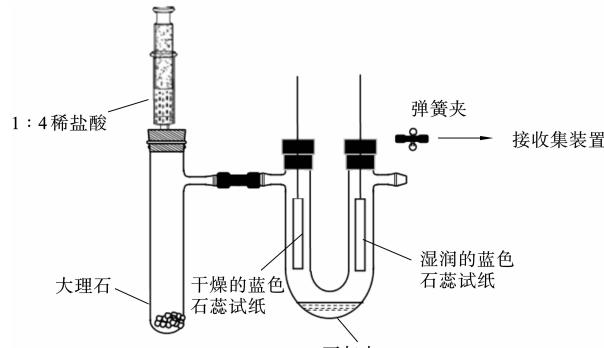


图1 “二氧化碳制备及性质检验”一体化实验改进装置

2.3 实验操作及现象

(1)用注射器针头穿过橡胶塞,然后按图1连接仪器,夹紧弹簧夹,将注射器活塞往上拉一段距

离后松手,活塞恢复原位,说明气密性良好。

(2)往具支试管中加入2~3粒大理石,注射器中吸取20 mL稀盐酸,旋紧橡胶塞后用铁架台固定具支试管。完成左侧二氧化碳制备的装置组装。

(3)小心地从U型管右侧加入澄清石灰水,用铁架台固定U型管。石灰水占据U型管底部约一半,液面上方留有空间,方便气体通过。注意U型管左右两管都要干燥。

(4)用双面胶将两条蓝色石蕊试纸分别固定在两根细铜丝的一端,其中一条蓝色石蕊试纸事先用蒸馏水润湿。将两根细铜丝另一端分别插入两个橡胶塞中,橡胶塞塞住U型管左、右两管,这样干、湿两条试纸就分别悬挂在U型管左、右两管中。完成右侧二氧化碳性质检验的装置组装。

(5)U型管右侧与向上排空气法收集装置连接。

(6)推动注射器活塞加入约10 mL稀盐酸,使之与大理石反应,观察实验现象。

(7)左侧具支试管内产生大量气泡,约30 s左右,可以看到澄清石灰水变浑浊,说明二氧化碳能与石灰水反应;左侧干燥的蓝色石蕊试纸不变红,右侧湿润的蓝色石蕊试纸从下往上依次变红,说明二氧化碳本身不能使石蕊变色,是二氧化碳与水反应生成的新物质使石蕊变色;约90 s,用燃着的木条放在集气瓶口,火焰熄灭,说明二氧化碳不助燃,密度比空气大。

(8)加入注射器内剩余的全部盐酸,改用排水法收集气体。

(9)缓慢拉动左侧具支试管上的注射器活塞,收集约10 mL二氧化碳气体。取下注射器吸取10 mL水,用小橡胶塞封住注射器的嘴,用手抓住注射器,上下振荡数次。可以发现注射器的活塞往里移动一段距离,说明二氧化碳能溶于水。

(10)取下U型管右侧已经变红的湿润试纸,用吹风机吹干试纸,发现试纸红色褪去,说明二氧化碳与水反应生成的物质热稳定性差。

实验教学

高中化学实验教学现状分析、模式创新及改进建议

福建省泰宁县第一中学(354400) 黄清辉 潘祥泰

福建教育学院化学教育研究所(350025) 张贤金 吴新建

《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》明确指出:国家课程方案和课程标准都明确规定实验教学作为教学内容的重要组成元素,是实现创新型人才培养的重要途径。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》明确指出:化学实验是研究和学习物质性质、变化规律、用途的一种最基本的方法,也是科学探究的一种重要手段,教师在教学活动中要开展以化学实验为主的多种探究活动,充分调动学生学习化学的热情,激发学生主动参与课堂学习,实现学习方式的重大转变,促进创新精神和实践能力的较大提升。在新课程、新教材、新高考的背景下,高中化学课堂如何真正地将化学实验教学有效地贯穿于日常课堂教学当中,是每个高中化学教育工作者面临的一个极其重要的课题。

1 高中化学实验教学的现状分析

中国高考评价体系主要由“一核”“四层”“四翼”三部分内容组成,回答了“为什么考”“考什么”“怎么考”三个核心问题,同时也很好地诠释了教师

“为什么教”“教什么”“怎么教”三个关键问题。然而,当前部分高中课堂教学中仍然存在着“满堂灌”、重点知识机械重复训练的现象,同时也存在未能充分重视化学实验教学,忽视化学实验对学生高阶思维能力发展的重大意义的现象。部分教师不是很重视化学实验教学,主要基于以下几个方面的原因:一是有些化学实验不容易成功,实验现象也不够明显;二是化学实验操作需要花比较多的时间和精力,同时也影响教学进度;三是误认为学生可以通过记化学反应原理、实验装置、操作步骤、反应现象、实验规律及实验设计等手段,同样可以达到掌握实验知识学习的目的;四是误认为实验教学对学生思维能力提高得不多,有也仅仅只是提高学生实验观察能力和动手能力;五是现成很多实验视频录制效果好,误认为可以完全取代演示实验;六是部分实验会产生有毒的气体等污染物,影响课堂教学。由于部分教师对化学实验的价值功能意识不够到位,存在用“说”实验取代“做”实验的不正确的做法,很大程度地挫伤学生自发学习的动力和自主学习的能力。化学实验不仅仅只是为了获得实验数

基金项目:本文系三明市基础教育科学研究2020年度专项课题“基于项目式学习促进学生化学深度学习的教学实践研究”(ZXKTM—2064)阶段研究成果。

3 改进后实验的优点

(1)利用一套装置完成教材上二氧化碳的制备与收集、二氧化碳能与水反应、二氧化碳能与澄清石灰水反应、二氧化碳灭火等系列性质的检验,将制备和性质检验一体化,有利于学生对二氧化碳性质知识的系统化学习。

(2)增加了二氧化碳能溶于水,但溶解性不强的性质实验、在二氧化碳与水反应实验中增加了干燥与润湿的两条试纸对比实验,即增加了对二氧化碳气体本身的影响探究。不仅丰富了学生对二氧化

碳使紫色石蕊试液变红中水的作用的理解,而且使学生对知识的理解更科学、更全面,思维更加严谨。

(3)用蓝色石蕊试纸代替传统的紫色石蕊试液,U型管底部少量的澄清石灰水,减少了试剂的用量,节省了药品,体现绿色环保思想。

(4)本套装置用规格较小的具支试管和U型管,微量的药品便能看到比较明显的现象。因此既可用于教师课堂演示,也可用于学生分组实验或课外自主实验。

据及实验结果,而是通过化学实验,促使学生达到动手、动脑、动心的效果,更是实现提升学生探究思维、发散思维、创新思维的高层次培养目标。

2 高中化学实验教学的模式创新实践

2.1 基于真实实验,发展学生科学思维

科学思维(Impressive thinking),又称科学逻辑,即人们在科学认识实践活动中,对感性认识材料进行加工处理的一种重要思维方式。科学思维必须遵守逻辑性、方法论、历史性三大基本原则。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》明确强调:教学过程要将信息技术与化学实验课堂教学进行深度融合,充分利用信息技术手段将难完成、难观察的化学实验直观化、形象化、生动化地呈现出来,合理运用计算机模拟实验,但这并不能代表其可以完全替代真实的化学实验。

案例1:在碳酸钠与碳酸氢钠的性质教学中,很多习题都会出现用氯化钙溶液鉴别碳酸钠和碳酸氢钠溶液。习题的设计者主要是基于碳酸钠中的碳酸根离子会与钙离子产生白色沉淀,而碳酸氢钠中碳酸根离子不与钙离子产生沉淀。笔者通过组织学生进行分组实验:往装有浓度均为0.1 mol/L碳酸钠和碳酸氢钠溶液的两支试管中,分别滴入0.1 mol/L氯化钙溶液,学生通过实验观察到两支试管里均出现了白色沉淀,那么为什么会出现这种“异常”实验现象?教师一定要从问题的本质去引导、分析,让学生明白产生碳酸钙的实质是由于 $Q = c(\text{Ca}^{2+}) \times c(\text{CO}_3^{2-}) \geq K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$ 。当 HCO_3^- 电离产生的 CO_3^{2-} 的浓度与溶液中的 Ca^{2+} 浓度乘积达到 CaCO_3 的 K_{sp} 就会产生沉淀。通过开展真实有效的化学实验,一方面可以让学生更好地掌握实验操作的步骤、原理等。另一方面也可以引导学生通过观察实验现象,深度了解化学反应的本质,发展学生科学思维品质。

2.2 基于探究实验,发展学生发散思维

发散思维(Divergent Thinking),又称辐射思维、扩散思维等,是指人的大脑在工作时处于一种扩散状态,具体表现为思维视野广阔及多维发散状等特征,如“一题多解”“一事多写”“一物多用”等方式。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》指出:实验探究是一种极其重要的科学实践活动,是提升化学学科核心素养的重要方式与手段。教师应依据学生已有认知水平及发展规律,精心设计并有效组织实施实验探究活动,促进学生对科学探究和科学精神的深度理解,提升科学探究能

力与水平。教师在教学过程中,要积极挖掘教材中的化学实验素材,并引导学生从多视角、多维度进行实验探究,充分调动学生积极参与课堂学习、讨论,进行思维碰撞,进而发展学生发散思维。

案例2:在双氧水分解实验教学中,教师引导学生通过开展项目式学习来证明“二氧化锰是过氧化氢分解的催化剂”。通过组织学生讨论,并设计实验、问题环节完成学习任务:什么是催化剂?催化剂在反应中有什么特点。

实验一:取5 mL 6%的过氧化氢溶液于试管(编号1)中,伸入带火星的木条,观察木条,得到什么结论?

实验二:向盛水的试管(编号2)中加入二氧化锰,伸入带火星的木条,观察木条,得到什么结论?

实验三:向盛有5 mL 6%的过氧化氢溶液的试管(编号3)中,加入称量好的二氧化锰,伸入带火星的木条,观察木条,得到什么结论?

如何结合催化剂的特征,进一步证明二氧化锰确实起到催化剂的作用?如何对实验进行补充完善呢?①将试管3中的物质进行过滤,并对滤渣进行洗涤、干燥、称量,与反应前二氧化锰的质量进行对比,得到什么结论;②向实验三得到的固体中重新加入过氧化氢溶液,观察反应现象;③分别往3支5 mL 6%的过氧化氢溶液的试管(编号4、5、6)中加入0.1 g、0.2 g、0.3 g的二氧化锰,观察30 s后,收集到气体的体积有什么特点,得到什么结论;④还有没有其他物质对双氧水的分解起到催化作用,探究 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 对 H_2O_2 分解反应的催化效果,对含 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 的物质有何要求?

教师通过组织学生对化学实验进行有目的、有计划、有步骤的探究,一方面有利于对催化剂的原理、特征有直观的认知,同时引导学生如何对化学实验从定性和定量两个维度进行探究。在探究过程中,学生的思维被充分打开,实验能力、探究能力、思维能力都得到极大的提升。

2.3 基于改进实验,发展学生创新思维

创新思维(Creative thinking)是指不被常规思维约束,用独特视角去解决问题的一种全新思维过程,它是一种有别于传统思维思考问题的思维方式。创新思维不等同于发散思维,发散思维强调事物之间相互联系,即一个事物与其他事物之间的联系,而创新思维则强调从现在的状态改变到新的状态,强调的是改变。科学探究和创新意识是化学学科核心素养的一个重要方面的内容。教师在实验教学过程中,要根据高中化学实验教学存在的不

足,对实验进行再优化,使得实验操作更简单,实验装置更简易,实验现象更直观,实验原理更有力,从而进一步提升高中化学教学质量。改进化学实验可以从以下几个方面进行:一是反应原理的改进;二是反应条件的改进;三是反应装置的改进;四是实验操作的改进;五是借助现代化实验仪器;六是将实验改成趣味性实验等。

案例3:趣味实验可以充分激发学生学习化学的欲望,促使学生以一种更加积极、主动的状态去学习化学知识,教师要善做完善和改进教材实验的有心人。如在铁的多样性化学实验教学中,教师可以将铁的性质和转化设计成百变“鸡尾酒”趣味实验作为新课引入,这样的设计可以极大地调动学生学习化学的积极性。具体实验方案:①将一瓶“白酒”(瓶内试剂为KSCN溶液)与一瓶“黄酒”(瓶内试剂为 FeCl_3 溶液)混合,立即变成“红酒”(瓶内含 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液);②往“红酒”中加入几片柠檬,立即变成“黄酒”(瓶内含 Fe^{2+} 溶液);③继续往“黄酒”中加入“白酒”(瓶内试剂为 HNO_3 溶液),立即变成“红酒”(瓶内含 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液)。引发这一系列现象的原因是什么?谁能很好地解释这些问题?在学习完铁的性质后,对百变“鸡尾酒”进行解密。这一增补实验无疑会极大地吸引学生的注意力,让学生整节课带着一种渴望知道奥秘的热情去学习新知。类似百变“鸡尾酒”的趣味实验还很多,比如“变色龙”实验(氢氧化钠、酚酞与盐酸反应)等,教师只要留心观察,精心思考,善于改进,就能充分激发学生学习化学兴趣,引发学生主动猜想与思考,充分发挥化学实验的教育功能和育人价值。

3 高中化学实验教学的改进建议

3.1 注重绿色化实验设计,促使学生树立社会责任

《普通高中化学课程标准(2017年版 2020年修订)》指出:在进行物质性质和反应规律的研究中,对有害气体的制备与性质实验要进行绿色化实验设计,使学生具有坚定的理想信念和强大的社会责任感。化学实验中制备或探究有时要用到或产生有毒有害的物质,如二氧化硫制备及性质实验的过程中,往往会有比较多的二氧化硫有毒有害气体逸出,造成污染。教师可以利用借助注射器及其他辅助工具制成小型仪器进行二氧化硫的制备和性质的微型实验。微型化实验具有仪器简单、药品用量少、污染小、操作安全、现象明显等优点,增加学生学习化学的趣味性,最终实现实验的绿色化。但是,由于用量较少,不容易让全体学生都观察到明

显的实验现象,故不适合做教师的演示实验,而更适合让学生进行分组实验。教师在开展化学实验教学中,自己要以身作则,每次实验做到精准用量,严格避免污染物排入环境中,并时刻严格要求学生规范操作,增强学生绿色环保意识,促使学生树立社会责任意识。

3.2 注重项目式实验设计,帮助学生建立思维模型

教师要充分认识化学实验的独特价值,要精心设计每一次实验探究活动,让学生充分了解并掌握某一类型化学实验思维路径,真正发挥化学实验应有的作用。教师在组织实验探究的过程中,可能会遇到这样一个问题:教师把实验目的、实验原理、注意事项讲授清楚后,发现部分学生还是不知道如何按照实验目的一步一步去设计实验方案,也不知道如何去选择最佳的实验方案。究其原因,就是学生的思维模型未能充分建构起来,教师可以开展项目式实验教学帮助学生建构思维模型。项目式实验教学是指学生在教师指导下通过完成一个完整的实验目的而进行一系列实验的教学模式。教师要高度重视对化学实验项目化设计,在化学实验教学中,要把学科体系中的知识内容转化为一个个微小项目组织教学,学生通过自主学习直接参与整个项目式实验设计教学过程,主动进行学习体验、感悟和探究,建立思维模型,培育化学学科核心素养。

3.3 注重开放性实验设计,帮助学生提升关键能力

核心素养是指学生在接受相应教育过程中,逐步形成的适应个人终身发展以及社会发展所需要的必备品格和关键能力。学生关键能力的提升离不开化学实验,尤其是开放性的实验。化学课堂上,化学实验教学不应该只是由教师事先设计好化学实验方案,然后按照设计好的方案完成化学实验,而学生只是充当观察教师操作的角色,这是一种被动学习化学知识过程。我们应该把课堂真正还给学生,让学生依据已有认知水平去设计实验,然后教师再组织学生对各种实验方案展开讨论,分析每种实验设计存在优点及不足,并指导学生加以补充改进完善。只有这样,学生才能真正地掌握实验过程中如何去发现问题,提出问题及假设,设计更加优化的实验方案,实施实验、获取数据、分析原因、建构模型、形成结论及交流评价等核心要素,促进学生对实验探究的内涵深度理解,从而养成独立思考、敢于质疑和勇于探索的科学精神,最终发展科学探究能力,提升关键能力,进而提高学生核心素养。

实验教学

用物理学科视角讲解创客教育中的传感器知识

扬州大学附属中学(225002) 顾 青

基于开源硬件的创客教育过去一直以校本课程或兴趣小组的形式在部分有条件的学校中开展。2017年版的《信息技术课程标准》把开源硬件的项目设计列为选择性必修模块。从此基于开源硬件的创客教育在国家层面的课程体系中有了自己的位置。它可以激发学生的创新精神和实践能力,是进行 STEM 教育和提高学生核心素养的理想载体。

开源硬件的创客作品一般都有三个部分:第一是获取信息的传感器,第二是处理信息的以单片机为核心的主控板,第三是主控板控制下的执行部件。传感器把探测到的数据传给主控板上的单片机,单片机通过设计者编写的程序对数据进行运算后得到控制结果去驱动控制部件完成某一项控制任务。这就是基于开源硬件创客作品的一般结构。在这三个部分中,传感器非常重要,因为它是各种创意的源头。创客作品的大部分创意和灵感的产生都是建立在对传感器物理原理的理解和性能的把握之上的。所以,我们可以在创客教育中结合物理学科知识对传感器的工作原理进行讲解,让学生从物理原理的视角去学习和理解传感器,在创客教育的过程中完成学科融合和知识迁移,践行素质教育的理念。

下面,笔者结合具体课例探讨一下如何从物理学科的视角来讲解传感器知识,让学生从低到高依次达到掌握传感器知识的三种境界。

1 了解传感器的物理原理,掌握常用传感器的基本使用方法

对于 Arduino 电路板来说,所有的传感器都是输入设备。一种传感器输入的是模拟量,另一种传感器输入的是数字量。

从本质上讲,大部分非集成电路的模拟传感器就是一个传感器元件和一个电阻串联,然后两端加上 5 V 电压构成分压电路(如图 1)。分压电路在初中物理电学中是学生最熟悉的电路之一。而传感器

元件其实就是一个电阻随着某个物理量变化的可变电阻。当可变电阻的阻值变化时,与它串联电阻间的电压也会随之变化,把这个变化的电压输入主控板,通过编程就可以计算出所测物理量的值了。以上对模拟传感器的讲述我们用到了很多学生熟悉的物理知识,通过这个讲解过程不但让学生了解了传感器的电路结构,还实现了知识的迁移与融合,使学生对过去学过的物理知识有了更深刻的理解。

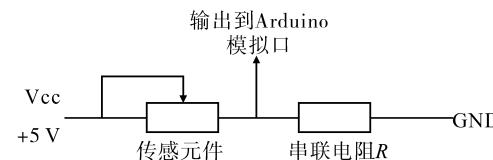


图 1 电路图

当学生掌握了这类利用分压电路实现的传感器的物理原理后就可以继续向他们介绍采用相同原理制成的其他常用传感器的相关知识了。比如声音传感器就是一个驻极体话筒和一个电阻串联,驻极体话筒就是一个随着声音强弱变化的可变电阻。声音变化会使得其输出的电压发生变化从而测量出音量。光线传感器也是一样的原理,只不过其等效的可变电阻是一个反向偏置的光敏二极管,它的等效电阻会随光线变化而发生改变,于是我们就可以根据输入主控板的电压计算出光线强度了。这部分知识可以让学生自主探究和分析。

以上的讲解是从传感器的物理原理和功能使用层面学习传感器,只能算是掌握传感器的初级阶段。如果想要更好地使用传感器,解决创客活动中使用传感器时遇到的各种问题就需要从实现传感功能的物理原理上去了解它了。

2 运用物理知识解释和解决传感器使用中遇到的现象和问题

就拿最常用的超声波测距传感器来说。如果我们只是告诉学生超声波传感器可以探测传感器和障碍物之间的距离而不向学生解释超声波传

器背后的物理原理,那么学生可能只是简单地知道如何使用它来测量距离。当我们转动超声波传感器,并与被测物体表面的垂直方向有一定夹角的时候,测量的误差就会很大,大于 45° 以后测量数值就会爆表。学生会因为读数的异常而感到疑惑。自然更不会解释这个现象。

然而,如果我们讲解超声波传感器的时候告诉学生其中的物理原理是超声波传感器通过超声波发生器发出超声波,当超声波以音速碰到障碍物后反弹回来被超声波接收器接收到,通过测量从发射超声波到接收超声波经历的时间,把这个时间乘以声音在空气中的速度并除以二就得到距离值(如图2)。由于中学物理中有机械波及其传播特性的内容,学生就可以把机械波的知识迁移到这里来。用物理课上的知识通过建构获取新的传感器知识:当超声波的入射角过大时,反射角也增大,以至于接收超声波的接收器无法收到返回的超声波而得到距离无穷大的错误结果。

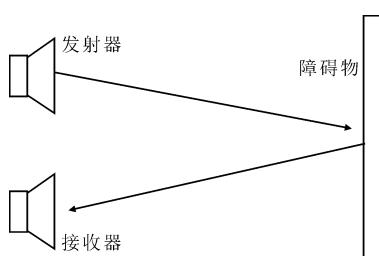


图2 超声波传感器的结构模型

在这里我们还可以让学生用这个原理逆向思维:思考如何能够不被超声波传感器探测到。学生或许会想到设计出外形平面夹角大于 45° 的物体就可以在超声波传感器面前实现隐身。这样学生就可以理解为什么隐形飞机轮廓是那种奇怪的形状。此外,声波碰到柔软的物体也会被吸收,以至于接收器也收不到返回的超声波,这是另一种在超声波传感器面前实现隐身的思路。与柔软物体吸收超声波同样的道理,隐形飞机表面也是涂上了吸收电磁波的涂料实现隐身的,这又是一次成功的知识迁移。

中学物理教材上还介绍了波的衍射问题。根据波的衍射知识,学生知道波可以绕过尺寸小于波长的物体而很少被反射。于是我们就可以让学生计算出超声波的波长,从而计算出能被超声波传感器探测到的最小物体的尺寸。如果我们只是单纯用信息技术的方法讲解传感器,学生就不会了解超声波传感器的这些特性。他们在物理课上学到的知识也就变成了孤立存在于脑海中的“惰性知识”,

而当我们联袂物理知识来讲解传感器就可以有效避免学生在物理课上学到的知识发生“惰化”的情况。

3 设计制作属于自己的个性化传感器

创客活动的主旨是创新和实践。如果我们都能够运用掌握的物理知识设计制作出一种自制的个性化传感器,那将是一种高级创客精神的彰显。每一种传感器都有自己的物理原理,教师可以通过引导学生利用掌握的物理知识和传感器知识设计出新的个性化传感器。

比如前面讲到了光敏传感器的原理,我们就可以通过在光敏传感器的对面放置一个发光二极管,从而制作一个光电门传感器来测量时间,甚至用这个光电门去服务于物理实验。再比如我们知道人体和金属片都是导体,都是有电容的,而给电容充电需要时间。知道这些知识就可以利用 Arduino 的数字引脚串联一个合适的电阻去给一个金属片充电,用另一个引脚检测电压。当人体没有触碰到这个金属片时,电容很小,充电延时就很短。而当人体触碰到金属片,金属片接入人体这个大电容,充电延时变长,通过编程可以测量出充电时间从而设计制作出个性化的触摸传感器。

通过这种创客教育和物理学科知识互相融合的教学模式,我们不仅能够做出属于自己的个性化传感器为我们的创客活动服务,同时也能够激活平时所学的物理知识,学以致用。这样不但培养了学生的创新意识和实践能力,还可以增强他们对所学物理知识的理解和掌握。

4 对创客和物理两个学科互相融合学习模式的思考

物理和创客这两个原本独立的课程之间其实有着千丝万缕的联系。所以在教学实践过程中,我们不能把两门课的知识独立开来。信息技术教师要主动联袂物理学科,主动学习更多的物理知识,把物理学科知识引入到创客教育的过程中来。一方面可以服务于创客教育,另一方面也能引导学生将学到的物理知识学以致用,提高学生的核心素养,实现学科间的融合,这和素质教育的理念是一致的。学生的创客活动离不开物理知识作为基础,物理知识也需要在学生进行创客活动的过程中得到充分的理解和运用。

实验教学

以深度演示实验为契机 促进学科核心素养的落实

重庆市开州中学(405400) 罗从志

物理深度学习是指在教师的引领下,学生围绕具有挑战性的学习主题,开展以实验探究为主的多种探究活动,从物质、运动及相互作用、能量等视角,运用证据推理与模型建构的思维方式,解决复杂问题,从而获得结构化的学科核心知识,建立运用学科思想解决问题的思路方法,逐步形成内在的学习动机、正确的科学态度和责任的一种学习方式。传统物理课堂演示实验的设计和演示常以教师为主,深度演示实验是指教师在设计创新演示实验时,成立实验团队,在教师的引领下,学生全身心投入演示实验的设计、制作以及最终的课堂展示,学生深度参与实验过程。实验过程应以科学探究的过程为指引,如图 1 所示,可概括为问题、证据、解释、交流。

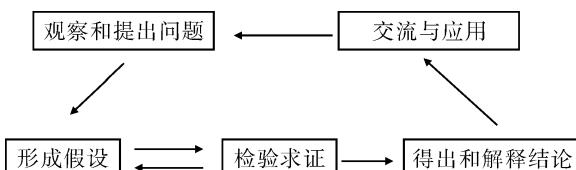


图 1 深度演示实验过程

1 初识绳驻波

在学习波的衍射和干涉时,笔者设计了一个演示实验:橡皮绳右端用带 D 字环的强磁铁吸附在黑板上,手抓住绳的左端,用手指不断地敲击绳的左端,敲击的快慢合适时会出现绳驻波,学生在感叹的同时要求:“老师,您能不能敲得更快,敲出更多的波腹?”笔者灵光一闪,决定将这些问题交给学生来解决,当即成立实验团队。

2 改进演示

要让振源的频率更大并得到稳定的更多波腹的绳驻波,团队成员通过实验、观察、讨论确定可能的改进方案有两种:①用新电动机制作演示仪;②用生活中的电动机改装,改进流程图如图 2 所示。大家决定先尝试难度小一些的第 2 种方案。

通过观察生活中的各种电动机,以及自行车的脚踏板得到灵感——用曲轴将电动机的转动转化为周期性的敲击,并确定实验方案及器材。

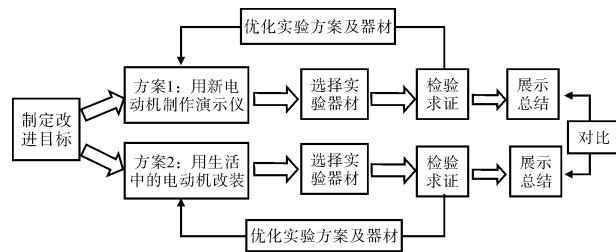


图 2 改进流程图

2.1 实验器材

如图 3 所示,多档手电钻 1 把(冲击钻转速过大,很不稳定,不宜选用),白色橡皮绳 1 条,带 D 字环的强磁铁 1 个,用铁丝弯制的曲轴 1 个(不宜用过粗或过细的铁丝,以直径为 2 mm 的为宜)。



图 3 演示实验器材

2.2 演示方法

将曲轴固定在钻头上,将橡皮绳右端固定在强磁铁 D 字环上,并贴在黑板上,用手拉住橡皮绳左端,打开电钻用曲轴敲击橡皮绳,调节电钻的转速和橡皮绳的长度以及绳中的弹力,可以得到 1~5 个波腹的图像。

团队成员在物理课堂展示了改进后的绳驻波演示实验,收获了大家的掌声。同时有更多的学生提出疑问:影响波腹的个数的因素只有转速吗? 探究的步伐仍在继续。

3 定量探究

通过讨论分析,影响波腹个数的因素可能有:电动机的转速、绳的长度、绳中的弹力、绳子本身(材质、粗细),如果要定量探究这些影响因素,只能采用第1种方案中用直流小电机制作演示仪。大家决定以黑板为背景,制作利用强磁铁吸附于黑板上的演示仪,经过不断的假设、检验,再假设、再检验,调整方案如下。

3.1 材料清单

废弃的电脑硬盘盒,条形强磁铁(带螺丝),两节锂电池(3.7 V),1 K电位器,555型前后双滚珠直流电机(50 W),电机支架,与直流电机配套的黄铜轴连器(4 mm 转 2 mm),船型开关,导线若干,定滑轮,直径为 2 mm 和 3 mm 的橡皮绳,棉线绳,钩码,红外转速仪,反光纸,铁皮易拉罐 2 个,亚克力板。

3.2 仪器组装

(1)电路部分:如图 4 所示,将 2 节电池串联制成电源包,电位器采用分压式接法,分压输出到电机两端。

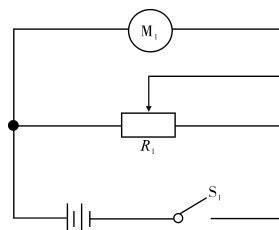


图 4 实验电路图

(2)其余部分:如图 5 所示,电脑硬盘盒、易拉罐背面用螺丝固定条形强磁铁,侧面用亚克力板打孔后固定开关和电位器,缝隙处用热熔胶密封,电机固定在电机支架上并固定在硬盘盒上,电机轴和曲轴用黄铜轴连器连接,固定用内六角螺丝,曲轴弯制时弯制一个凹槽,黄铜轴连器中间贴一小段反光纸。



图 5 仪器组装示意图

(3)将电机部分、左右侧易拉罐(右侧带滑轮)吸附于黑板上,橡皮绳左端系在强磁铁的 D 字环上,并吸附在易拉罐上,右端通过滑轮挂钩

码,注意调节易拉罐及橡皮绳的位置,让橡皮绳水平置于曲轴凹槽下方,保证曲轴每次可以敲击弹性绳。

3.3 探究方法

采用控制变量法探究电机的转速 n 与弦长 L 、波腹个数 N 、所挂钩码质量 m (代替绳中的弹力)、以及绳子的种类的关系。

3.4 数据测量

调节电位器阻值改变电机的转速,用卷尺测量弦长 L (左右固定点距离),转速 n 用转速仪测量(让红外线正对转轴上的反光纸,并保持稳定,测量图如图 6 所示), m 为所挂钩码质量。

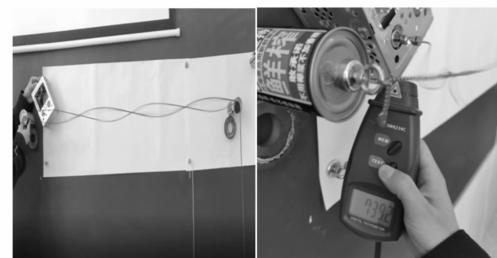


图 6 数据测量图示

(1)弦长 $L=140\text{ cm}$,钩码的质量 $m=100\text{ g}$,直径为 2 mm 的橡皮绳,探究转速 n 与波腹个数 N 的关系,通过作图发现:其余条件不变, n 与 N 成正比,实验数据见表 1,函数图像如图 7 所示。

表 1 电动机转速 n 与波腹个数 N 数据记录表

N	1	2	3	4	5
$n/(r \cdot \text{min}^{-1})$	276	564	850	1 134	1 400
$n/(r \cdot \text{s}^{-1})$	4.6	9.4	14.2	18.9	23.3

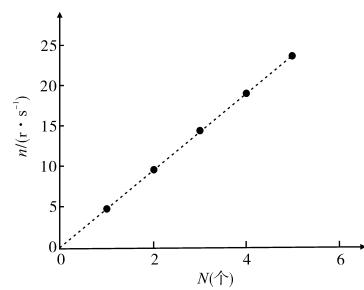


图 7 电动机转速与波腹个数的关系

(2)钩码的质量 $m=100\text{ g}$, 直径为 2 mm 的橡皮绳, 波腹个数 $N=2$, 探究转速 n 与 L 的关系, 经过作图, n 与 L 大致为反比例函数, 进一步绘制 n 与 $1/L$ 的函数图像发现: 其余条件不变, n 与 $1/L$ 成正比, 数据见表 2, 函数图像如图 8 所示。

表2 电动机转速n与弦长L数据记录表

N	2	2	2	2
$n/(r \cdot \text{min}^{-1})$	996	730	564	478
$n/(r \cdot \text{s}^{-1})$	16.6	12.2	9.4	8.0
L/m	0.8	1.1	1.4	1.7
$L^{-1}/(\text{m}^{-1})$	1.24	0.91	0.72	0.59

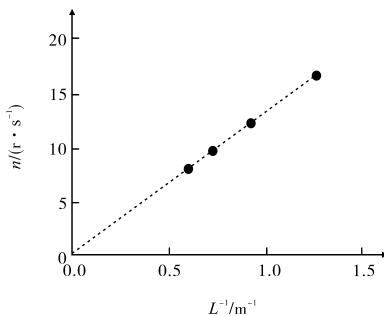


图8 电动机转速与弦长倒数的关系

(3) $L=80 \text{ cm}$, 直径为 2 mm 的橡皮绳, 波腹个数 $N=2$, 探究转速 n 与滑轮右端悬挂物体质量 m 的关系, 经过作图, n 与 m 大致为指数函数, 经过多次尝试发现: 其余条件不变, n^2 与 m 近似成正比, 数据见表3, 函数图像如图9所示。

表3 电动机转速n与钩码质量m数据记录表

N	2	2	2	2	2	2	2
m/kg	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15
$n/(r/\text{min})$	689	789	920	980	1139	1269	1314
$n/(r/\text{s})$	11.48	13.33	15.33	16.33	18.98	21.15	21.90
n^2	131.79	176.89	235.06	266.72	360.30	447.30	479.60

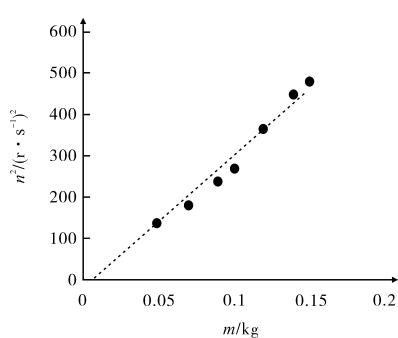


图9 电动机转速平方与钩码质量的关系

(4) 将直径为 2 mm 的橡皮绳换成直径为 3 mm 的橡皮绳以及棉线绳, 发现当绳子硬一些的时候, 不容易调到稳定的波腹个数, 测量时误差较大。当 $L=80 \text{ cm}$ 、 $N=2$ 、 $m=100 \text{ g}$ 时, 直径为 3 mm 的橡皮绳 n 大致为 905 r/min , 棉线绳大致为 1520 r/min , 由此可知: 其余条件不变, 绳子越细, 转速 n 越大。

4 反思总结

4.1 实验原理

通过查阅资料, 两端固定张紧的细弦, 振动频率公式: $f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{T}{\rho_{\text{线}}}}$ ($n=1, 2, 3, \dots$), f_n 为弦振动频率, l 为弦长, n 为波腹的个数, T 为弦中的张力, $\rho_{\text{线}}$ 为线密度, 实验结论与理论吻合得很好。图9中函数图像不过原点, 是因为滑轮处有摩擦, 绳子中的拉力大于钩码的重力。团队成员在物理课堂展示了最终的成果。

4.2 实验总结

(1) 经过对比, 绳驻波演示仪采用多圈 1 K 电位器分压式接法, 调节行程大, 电动机采用双滚珠直流电机(50 W), 转动中阻力小, 转速范围调节大, 电动机内部绕制的铜丝较粗, 短时间电动机卡死不容易烧电动机。

(2) 经过多次对比, 应该用较软一些的橡皮绳, 更有利于调出稳定的驻波。

(3) 通过实验可知: 要调出稳定的1个波腹的绳驻波, 由于电机的最低转速有限, 可以适当减小弦长, 增加绳子中的弹力; 要调出稳定的多个波腹的绳驻波, 由于电机的最高转速有限, 可以适当增加弦长, 减小绳子中的弹力。

(4) 电机曲轴处的凹槽可以将绳约束在竖直面内振动, 在弦上形成竖直面内稳定的横波和驻波, 如果仍采用改进演示的曲轴, 绳子形成的是橄榄球形状的空间驻波, 不太稳定, 不利于数据的测量。

5 结语

合理开展深度演示实验, 让学生深度参与实验的过程, 是促进学生深度学习的重要方式。在实验的过程中解决各种问题, 他们为控制电路用分压式好还是限流式好争论不休, 也为多种电动机的选择感到困难, 甚至是焊接电池时不小心短路导致导线起火而心有余悸。电机抱死时电机烧坏后用万用表排除故障, 为了买到合适的螺丝数次往返于五金店, 体会了科学探究的艰辛和不易。同时学生的表现远远超过笔者的预期, 学生能将生活中的工具(电钻)应用到实验中, 更有曲轴处的凹槽改进大大稳定了驻波图像, 与其感叹学生动手能力差, 还不如多给学生动手的机会。深度演示实验的过程对学生情感、态度、价值观的培养起到了明显的促进作用, 还能引发学生在动手制作、发明创造方面的兴趣。

实验教学

立足核心素养 发展生命观念

——以“探究家鸽适应空中飞行的特征”为例

江苏省昆山市开发区青阳港学校(215335) 陆晓金

生命观念是指对观察到的生命现象及相互关系或特性进行解释后的抽象,是经过实证后的想法或观点,包括了“结构与功能观”“进化与适应观”“物质与能量观”“稳态与平衡观”等。如今大部分初中生物实验课堂,更多的是传授事实或结论性的知识,不仅轻视了实验探究的过程,更是忽略了学生生命观念的发展。因此,在生物实验课堂上让学生形成并发展生命观念,需要落实在每节课上,对于教师来说任重而道远。笔者以“探究家鸽适应空中飞行的特征”为例,谈谈如何在实验教学中,发展生命观念,感受“结构与功能观”。

1 重视活动体验,认识结构与功能观

七年级学生的实验探究能力、自主学习能力都相对较弱,逻辑思维能力有所欠缺,对课本知识的理解与运用、学科素养的认识等,还处于初级阶段。本节课在“探究家鸽适应空中飞行的特征”实验之前,有必要让学生先进行活动体验,了解飞行需要具备的几个条件,然后通过类比,将条件放在家鸽身上,让学生初步认识结构与功能相适应的观点,从而立足核心素养,发展生命观念。

首先,展示白纸,并提问:怎么让一张白纸飞得更远呢?以学生现有的认知,易说出折成纸飞机可以飞得更远。请学生同时扔纸和纸飞机,果然纸飞机飞得更远。从活动中学生可以总结出,飞行需要具备的第一个条件是外形流线型。

其次,向学生展示弹力飞机,并提问:怎么让弹力飞机飞得更远时间更长呢?参加过航模比赛的同学,可以马上说出增加橡皮筋绕的圈数,增加弹力,就可以飞得更高更远。由于课堂场地限制,播放课前录制的微课视频,很明显橡皮筋绕150圈的弹力飞机比绕30圈的弹力飞机要飞得更远时间更长。从活动中学生可以总结出,飞行需要具备的第二个条件是要增加一定的动力。

再次,请同学用相同的力扔不同重量的纸飞机(比较一张纸折成的和十张纸折成的纸飞机),很明显一张纸折成的纸飞机滑行的距离更长,时间更久。从活动中学生可以总结出,飞行需要具备的第三个条件是减轻自身重量。

最后,展示风筝,提问:风筝靠什么力飞起来?学生都放过风筝,所以会毫不犹豫地说出在风大的情况下容易飞起来。利用鼓风机模拟风,餐巾纸模拟风筝,可以明显看到餐巾纸被吹起来了。从活动中学生可以总结出,飞行需要具备的第四个条件是要借助一定的风力。

通过以上四个活动,学生亲历体验,总结出物体飞行需要解决的问题是外形流线型、增加动力、减轻重量、借助风力四个条件。同理,在自然界中公认的飞行家——鸟类,它能在空中自由飞翔,也必须解决这些问题。那么鸟类是如何解决这些难题的呢?我们可以从哪些方面来探究呢?通过类比,认识结构与功能相适应的观点,可以从家鸽的体形、翼展、骨骼和胸肌、呼吸系统、消化系统、循环系统六个方面,带领学生正式进入探究鸟类适应空中飞行的特征实验。

用以上四个活动体验作为引入,不仅以游戏的形式让学生参与其中,更重要的是让学生在提高兴趣的同时,总结飞行具备的条件。初步认识“结构与功能观”,知道该从哪些方面入手来探究鸟类飞行的特点,学会从实际生活现象中归纳思考问题。

2 落实分组实验,了解结构与功能观

初中生物学课程标准提倡在实验课堂上进行探究性学习,科学探究不仅是科学家工作的基本方式,也是科学课程中重要的学习内容和有效的教学方式。认真落实好分组实验,将实验分工更明确,能让学生更深入地了解结构与功能观,增强对生命观念的认知,提高核心素养。

本次实验以家鸽为例来探究鸟类适应空中飞行的特征,每个小组的探究任务不同,明确分工。

2.1 第一组:探究家鸽的外形

- ①摸:流线型的体型,有利于减少空气阻力;
- ②看:羽毛能保持流线型体型;③辨:分辨正羽、绒羽的区别,结合参考资料了解其分布与功能。

通过“摸一摸”,深入了解家鸽的外形,具有流线型的结构,能减少空气阻力;通过“看”与“辨”,深入了解家鸽的羽毛分为正羽、绒羽。正羽用于飞翔,绒羽用于保温。体表的正羽,形成一层防风外壳,使鸟呈流线型轮廓。翼及尾上的正羽,对飞翔及平衡起决定作用。家鸽的翅膀轻轻展开,你将发现排列整齐的较大型的羽毛,这些羽毛既有彼此重叠的部分,又相互留有空隙,这样既能扇动空气产生动力,又能减少阻力。

2.2 第二组:探究家鸽的翼展

量:测量家鸽的翼宽、体宽,计算比例后,总结出飞行的器官是翼。

通过“量一量”,能具体感受到家鸽宽大的翼展,当家鸽飞行时,两翼的羽毛会撑开并增大其表面,两翼宽大,能更好地借助风力与空气浮力。

2.3 第三组:探究家鸽的骨骼和胸肌

①摸:胸肌发达,为飞行提供动力;②称:骨骼轻,减轻重量;③穿一穿:长骨中空,减轻重量;胸骨发达,附着发达的肌肉。

通过手电筒照一照,可以发现家鸽的头骨和胸骨可以透过光线,说明很薄;“称一称”家鸽头骨、胸骨、长骨等的重量,发现很轻;剪去长骨两端,用线“穿一穿”,可以看到线从长骨中穿过,表明长骨是中空的,可以减轻重量;“摸一摸”龙骨突两侧附着的肌肉,明显感受到胸肌发达,为飞行提供强大的动力。

2.4 第四组:探究家鸽的呼吸系统

根据资料分析,了解鸟类用肺呼吸,气囊有辅助呼吸的作用。

家鸽的呼吸系统不直观、较抽象,先播放双重呼吸的视频,让学生对其结构有初步的认识,然后通过模拟实验认识双重呼吸,如图1~3所示。

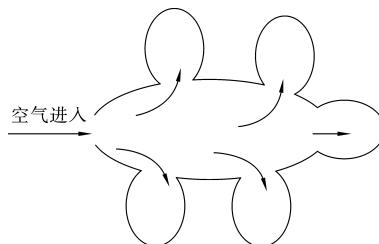


图1 空气进入模拟实验

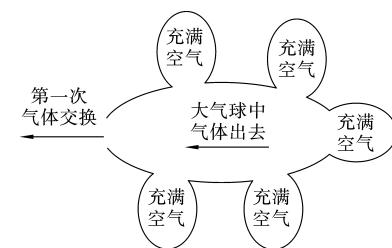


图2 第一次气体交换模拟实验

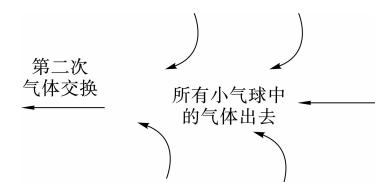


图3 第二次气体交换模拟实验

大气球周围连接上数个小气球,大气球模拟的是一个肺,小气球模拟肺周围的气囊。用打气筒向大气球中打气,手捏住气球口,发现所有气球都充满气体鼓起来。再松开手,首先大气球中的气体出来,此时模拟的是第一次呼吸,然后小气球中的气体经过大气球,从出口出来,此时模拟的是第二次呼吸,这样双重呼吸就能更好地被学生所理解,学生对“结构与功能观”有了更深入的了解。

2.5 第五组:探究家鸽的消化系统

- ①根据资料分析出家鸽食量大、消化快;
- ②解剖嗉囊和肌胃。

由于家鸽的消化系统太小,不利于观察,而鸡也是鸟类,所以用鸡的消化系统代替。展现鸡的消化系统:食道连着嗉囊,再到肌胃,切开嗉囊会有未消化的食物存在,说明有储存食物的作用,而切开肌胃,可以看到正在消化的食物中还伴有小的石子,由于没有牙齿,说明小的石子是用来研磨食物的。

2.6 第六组:探究家鸽的循环系统

- ①根据表格数据分析出家鸽的心脏大、心跳快;
- ②简单解剖家鸽心脏,了解有四腔。

用听诊器听一听家鸽的心跳,发现心脏跳动得快而有力;由于七年级学生还未学过心脏与血液循环的知识,因此笔者解剖好鸡的心脏,讲解其有四腔等知识,使学生进一步地了解家鸽发达的血液循环系统。

以每一小组为单位,分工合作,共同探究,不仅节约了课堂时间,而且大大提高了学习效率,也培养了学生自主学习的能力。关键能更好地深入了解结构与功能相适应的观点,加强生命观念的教育。

实验教学

数字化传感器探究浓硫酸和氢氧化钠的吸水性

湖北省武汉市武珞路实验初级中学(430070) 袁 敏

湖北省武汉市武昌区教育局教研培训中心(430070) 董 舒

1 提出问题

1.1 教材分析

人教版九年级化学教材下册第10单元课题一“常见的酸和碱”中的实验以氢氧化钠暴露在空气中容易吸收水分,表面潮湿并逐渐溶解的现象,从而揭示了氢氧化钠的吸水性。但教师在演示实验时学生并未观察到明显的潮解现象,也未能清楚地感知其吸水效果;浓硫酸也是实验教学中经常用到的干燥剂,教材上未呈现实验,学生无法观察到它的吸水性。

1.2 学情分析

学生在学习了氧气及碳和碳的化合物的性质、用途之后,已经具备了一定的实验操作技能和科学

探究能力。他们的求知欲强,参与化学实验的积极性高,为本节课的学习作了铺垫。但由于酸和碱的知识内容多、综合性强,学生无法主动获取浓硫酸和氢氧化钠具有吸水性的知识,也缺乏直观的感性认识,加上认知不够全面,导致学生只停留在被动的接受和应用层面。采用数字化传感器与传统实验结合的实验探究方式,把抽象的知识直观化、可视化,激发学生的学习兴趣,便于学生的理解。

基于此,我们立足初中化学教学实际,本着科学性和可行性原则,将数字化传感器与传统实验融合,设计探究浓硫酸和氢氧化钠的吸水性的实验。

2 实验目标及重难点

根据以上教材分析、学情分析以及新课标对学

3 加强表达交流,理解结构与功能观

小组交流探究报告后,集中每个小组的探究报告,教师作补充,归纳总结家鸽适应飞行生活的特征。

最后从家鸽迁移到鸟类,总结归纳鸟类适应飞行生活的特征:身体呈流线型,被覆羽毛,前肢变成翼;骨骼很薄,长骨中空,身体异常轻盈;发达的胸肌可以驱动双翼上下扇动;用肺呼吸,以气囊辅助呼吸。体温恒定增强了对生存环境的适应能力。

通过表格的形式,能更加形象直观地表达出鸟类适应飞行生活的特点,学生更容易看清和牢记。更重要的是,表格左边是结构,右边是功能,再一次强调结构与功能相适应的观点,学生更加理解核心素养下、生命观念中的结构与功能观。

本节课最后,笔者给学生留了两道讨论题。第一,还可以从其他什么方面来探究鸟类适于飞

行的特征呢?在课堂上学生对结构与功能相适应的观点由认识到了解,再到理解,逐步加深,已经初步形成了生命观念,提升了自身的核心素养。所以,在思考问题时,也会从鸟类结构出发,比如眼睛,为什么在万米高空鸟类还能睁大双眼,自由自在地往前飞翔呢?而人类却在风大的情况下连眼睛都睁不开呢?第二,气囊除了辅助呼吸,还有什么作用呢?气囊位于各器官之间,就像气球一样,当吸入气体时就会鼓起来,此时就会使周围的器官分隔开来,从而减少器官之间的摩擦等。因此,要找准方向,从结构出发,寻找资料,理解结构与功能相适应的观点。

在生物实验课堂上,应以核心素养为立足点,发展生命观念,形成“结构与功能观”,从而更好地形成科学的世界观与自然观,用生命观念更好地去认识生物的统一性与多样性,将理论知识运用于生活中,解决更多的实际问题。

生化学核心素养的要求,设计了如下实验教学目标及教学重难点。

2.1 实验目标

2.1.1 知识与技能

让学生进一步认识浓硫酸和氢氧化钠固体的吸水性,并初步学会利用数字化传感器,设计具有明显现象的实验探究其吸水性。

2.1.2 过程与方法

通过实验探究活动,增强学生的感性认识,培养学生的理性思维,发展了学生“科学探究与创新意识”的化学核心素养。

2.1.3 情感、态度、价值观

通过数字化传感器与传统实验相结合的方法设计浓硫酸和氢氧化钠固体的吸水性的实验,激发学生的探究欲望,培养学生的实验创新能力和运用归纳、比较等方法获取信息并对信息进行加工的能力,养成勤于反思、勇于质疑的科学精神。

2.2 实验重难点

利用数字化传感器与传统实验相结合的方法,用明显的实验现象探究浓硫酸和氢氧化钠固体的吸水性。对实验数据进行分析、比较、归纳,得出相应的实验结论。

3 实验用品

朗威 DISLab8.0 数据采集器、相对湿度传感器、氧气传感器、广口瓶、锥形瓶、分液漏斗、多孔塞、乳胶管、气相发生收集器、浓硫酸、5%过氧化氢溶液、二氧化锰、氢氧化钠固体(事先在真空干燥箱里干燥处理)。

表1 氢氧化钠吸水性实验部分数据

相对湿度/%	时间/s	相对湿度/%	时间/s	相对湿度/%	时间/s	相对湿度/%	时间/s
70.3	0.000	8.6	420.000	5.3	850.000	4.1	1 120.000
71.0	10.000	8.5	430.000	5.4	860.000	4.0	1 130.000
32.3	20.000	8.5	440.000	5.5	870.000	4.0	1 140.000
24.9	30.000	8.5	450.000	5.4	880.000	3.8	1 150.000
21.7	40.000	8.4	460.000	5.6	890.000	3.9	1 160.000
20.0	50.000	8.4	470.000	5.6	900.000	3.8	1 170.000
18.7	60.000	8.3	480.000	5.5	910.000	3.7	1 180.000
17.6	70.000	8.3	490.000	5.5	920.000	3.7	1 190.000
16.6	80.000	8.2	500.000	5.4	930.000	3.6	1 200.000
15.9	90.000	8.2	510.000	5.4	940.000	3.5	1 210.000
15.3	100.000	8.1	520.000	5.4	950.000	3.4	1 250.000
14.7	110.000	8.1	530.000	5.3	960.000	0.0	1 260.000
14.2	120.000	8.0	540.000	5.3	970.000	0.0	1 270.000
13.6	130.000	8.1	550.000	5.3	980.000	0.0	1 280.000
13.3	140.000	8.0	560.000	5.2	990.000	0.0	1 290.000

4 实验过程

4.1 利用数字化传感器测定盛有氢氧化钠固体的密闭容器中相对湿度变化

4.1.1 实验原理

相对湿度是指空气中水蒸气的气压在饱和水蒸气气压中所占的百分比;当空气中水分达到饱和时,则相对湿度为100%;干燥空气的相对湿度为0%。密闭容器的空气中含有水蒸气,加入氢氧化钠固体后,氢氧化钠固体吸收水蒸气,密闭容器中相对湿度示数会降低。

4.1.2 实验操作步骤

(1)连接装置检查装置气密性,加入氢氧化钠固体,连接相对湿度传感器。

(2)观察数据,记录数据。

4.1.3 实验装置

利用数字化传感器测定盛有氢氧化钠固体的密闭容器中相对湿度变化实验装置图如图1所示。

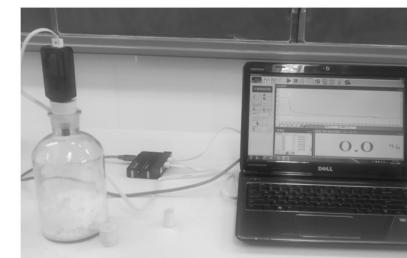


图1 测定盛有氢氧化钠固体的密闭容器中相对湿度变化实验装置图

4.1.4 实验数据及结论

实验数据见表1,数据变化曲线见图2。

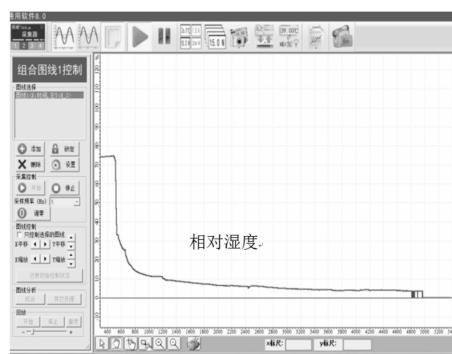


图2 密闭容器中加入氢氧化钠固体后的相对湿度示数随时间变化曲线

通过分析实验数据可知密闭装置中相对湿度示数减少,说明装置内的水蒸气不断被吸收。最后相对湿度为零,此时装置内为干燥的空气,得出结论:氢氧化钠固体具有吸水性。

4.2 利用数字化传感器测量分解过氧化氢时在接入浓硫酸前后氧气浓度和相对湿度示数变化

4.2.1 实验原理

在二氧化锰催化过氧化氢分解制取氧气时,产生的氧气往往含有少量的水蒸气,我们可以利用浓硫酸具有吸水性的原理,在收集氧气前对比接入浓硫酸前后,装置内相对湿度的变化情况。

4.2.2 实验操作步骤

(1)先连接仪器,再检查装置气密性,加入药品,连接相对湿度传感器和氧气传感器。

(2)观察数据,记录数据。

(3)连接装置,增加盛有浓硫酸的洗气瓶,检查装置气密性后,加入药品,连接相对湿度传感器和氧气传感器。

(4)观察数据,记录数据。

4.2.3 实验装置图

利用数字化传感器测量分解过氧化氢时在接入浓硫酸前后氧气浓度和相对湿度示数变化实验装置图如图3所示。

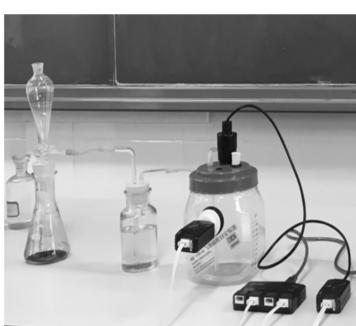


图3 过氧化氢分解时接入浓硫酸的实验装置图

4.2.4 实验数据及结论

实验数据见表2,数据变化曲线如图4。由接入浓硫酸前后氧气浓度和相对湿度示数变化可知:利用过氧化氢分解制氧气时,在接入浓硫酸之前,氧气浓度和相对湿度都在不断增加。但在接入浓硫酸之后氧气浓度不断增加,相对湿度却在不断减少。即装置内的水蒸气不断被浓硫酸吸收,说明浓硫酸具有吸水性。

表2 接入浓硫酸前、后部分实验数据

相对湿度/%	无浓硫酸时		接入浓硫酸时		时间/s
	氧气含量/%	时间/s	相对湿度/%	氧气含量/%	
65.6	19.0	0.000	63.0	18.7	0.000
68.0	22.4	40.000	64.0	18.8	40.000
78.6	26.0	80.000	62.1	19.8	80.000
90.9	58.0	120.000	55.6	25.8	120.000
94.2	68.5	160.000	49.2	35.3	160.000
95.3	72.1	200.000	41.7	46.5	200.000
95.6	72.6	220.000	38.4	52.2	220.000
95.8	73.6	240.000	35.6	57.4	240.000
96.2	75.2	280.000	30.6	65.6	280.000
96.6	76.8	320.000	26.7	72.0	320.000
96.8	77.7	360.000	24.0	76.0	360.000
97.4	78.6	400.000	22.4	78.7	400.000

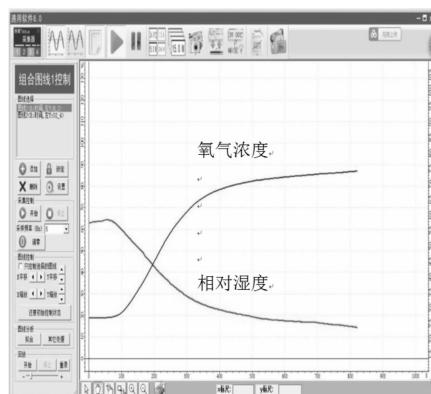


图4 接入浓硫酸后氧气浓度和相对湿度示数随时间的变化曲线

5 实验反思

数字化传感器精确、简便、快捷的特点,增强了化学教学的直观性,提高了实验教学的实效性,加快了化学实验教学改革。将数字化传感器与化学实验融合,巧妙利用信息技术的优势,弥补传统实验的短板,开拓实验的深度和广度,便于实现实验教学的信息化。

实验教学

基于微项目学习的实验教学研究

江苏省前黄高级中学国际分校(213161) 潘桂芬 华丽芬

1 研究背景

《普通高中化学课程标准(2017 年版)》提出:要让学生了解化学实验是科学探究过程中的一种重要方法;能够根据化学实验目的和要求设计实验方案、正确选用实验装置、掌握控制实验条件的方法、分析或处理实验数据得出合理结论、评价或改进实验方案。

2011 年海南高考卷第 17 题是一道有关硫酸亚铁铵制备的实验探究题,此类题型一般以物质的组成、性质、制备及含量测定等为背景,加以流程图、装置图、数据图表等呈现方式,重点考查物质的分离与提纯、物质的检验、溶液的配制、滴定、反应原理等。此类题型不仅仅要考查实验操作方面的内容,也考查理论知识在实验过程中的运用。理论与实践相结合,对学生的考查是全方面的。因此,学生在日常学习中既要做到“真实验”“真探究”,同时在解题时也要看清整个实验的基本原理,结合流程图或装置图,明确发生的变化或装置的作用,相对陌生的实验环节要学会用所学知识进行类比迁移,最终使问题迎刃而解。

以这道高考题为背景,设计成基于微项目学习的实验教学课,通过创设真实问题情境激发学生对化学学科的兴趣,让他们在实际应用中加深对知识本身的理解,培养严谨求实的科学态度,提高实践能力,落实学科素养。

2 研究过程

本项目共包含两个子项目:一是硫酸亚铁铵晶体的制备,二是硫酸亚铁铵样品纯度的测定。子项目 1 通过“寻找铁源”“制备原理”“实验操作”三个环节,体现了元素化合物知识在物质制备过程中的重要应用价值,形成能从问题出发,确定研究目的,设计实验方案,进行实验探究的核心能力。子项目 2 通过对硫酸亚铁铵样品的定量分析,实现对物质性质的分析从定性到定量的思维进阶。

2.1 硫酸亚铁铵晶体的制备

2.1.1 寻找铁源

实验方案设计的基本原则是原理正确步骤简单、原料丰富价格低廉、产物纯净污染物少。那么实验室有哪些常见含铁物质满足以上要求可以作为制备硫酸亚铁铵晶体的原料?教师抛出这个问题后,学生从物质转化的角度提出了多种答案,主要有铁粉(铁粉与硫酸反应可以转化为亚铁离子且不引入其他杂质)、绿矾(溶于水就是硫酸亚铁溶液,操作简单)。在教师展示铁粉、绿矾、废铁屑的相关价格后,学生指出铁粉成本太高,可以使用废铁屑和绿矾作为铁元素的来源,但是绿矾久置易变质,所以选用废铁屑作为原料在实验室制备硫酸亚铁铵晶体比较合理。

2.1.2 制备原理

硫酸亚铁铵基本的制备原理是以废铁屑为原料,首先将其溶于稀硫酸中,制得硫酸亚铁溶液,反应的化学方程式为: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$;然后再加入一定量的硫酸铵固体使其充分反应,反应的化学方程式为: $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;最后结晶获得产品。教师提供三种盐在水中的溶解度曲线(图 1),请学生设计硫酸亚铁铵的结晶方案。对于溶解度随温度变化小的盐溶液,适合用蒸发结晶的方法,而对于溶解度随温度变化大的盐溶液,则适合用冷却结晶的方法。学生分析曲线后指出,硫酸亚铁铵的溶解度随温度变化较大,且在 40 ℃以下,比七水合硫酸亚铁和硫酸铵的溶解度都小,可以采用蒸发浓缩、冷却结晶的方法获得摩尔盐。

2.1.3 实验操作

在铁→硫酸亚铁→硫酸亚铁铵的核心物质转化关系建立之后,接下来就要考虑除杂问题。原料废铁屑含油污、硫化物等杂质,如何除去油污?学生很容易想到用热的纯碱溶液。废铁屑与硫酸反应的过程中还会产生硫化氢气体,如何除去硫化

氢? 学生根据硫化氢所属类别提出用碱液可以吸收酸性气体。

实验条件的控制对物质制备具有至关重要的作用,如何快速获得中间产物硫酸亚铁溶液? 如何减少硫酸亚铁的氧化和水解? 学生讨论后提出以下措施: 铁与硫酸反应时适当加热,但温度不能过高,采用水浴加热的方式容易控制; 在酸性条件下反应,抑制亚铁离子的水解; 还剩下少量铁屑时就迅速趁热过滤,防止硫酸亚铁被空气氧化而导致产品纯度降低; 在硫酸亚铁溶液中加少量硫酸抑制亚铁离子的水解。经过具体讨论和方案优化,整个实验操作流程如图2所示。

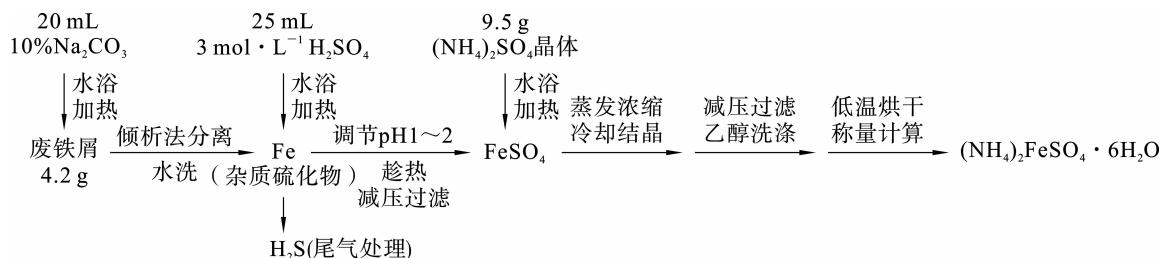


图2 实验操作流程图

在学生实验过程中,教师对整个操作过程要给予及时关注和必要的指导,如蒸发浓缩时,一开始溶液体积较大,可以直接加热,后期还剩20 mL左右时建议学生用水浴加热,这样才有利于晶膜的形成,也缩短了实验时间。子项目1结束之后,教师要对学生实验结果及时评价和反馈,评价内容主要有两个方面:一是产品外观、二是产量。

2.1.4 装置改进

为减少尾气的污染,使操作更简便,教师鼓励学生在常规实验装置的基础上进行改装,图3装置的设计就很巧妙,检查装置的气密性之后,往三颈烧瓶中依次加入过量的废铁屑,关闭止水夹K₂、打开K₁,打开分液漏斗的旋塞并控制好硫酸溶液的滴速,反应一段时间后关闭止水夹K₁、打开K₂,装置甲继续产生的氢气会将装置甲中的溶液压入装置乙中,这样三颈烧瓶中的液体就会自动转移至装置乙中,当乙中出现大量浅绿色晶体时,关闭分液漏斗的旋塞。最后将装置乙中所得晶体快速过滤、洗涤和干燥,就能得到产品。装置丙中的NaOH溶液用于吸收H₂S气体,防止污染空气,同时形成密闭环境。

2.2 硫酸亚铁铵样品纯度的测定

本项目共分为两个课时实施,学生第一课时制得的产品在第二课时对其进行纯度测定。由于Fe²⁺有还原性,所以与强氧化性物质如K₂Cr₂O₇

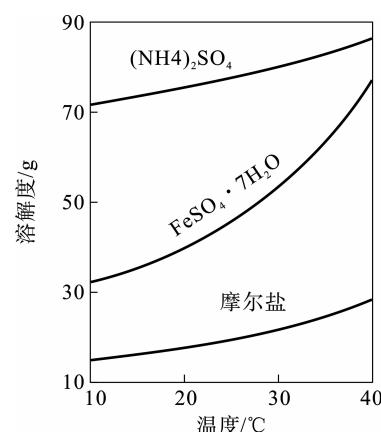


图1 三种盐的溶解度曲线

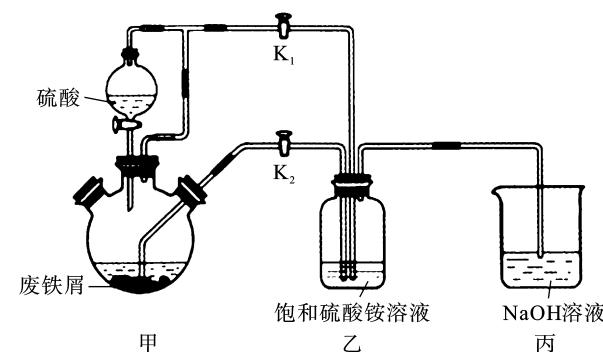


图3 学生改进的实验装置图

能反应,本项目采用0.01 mol/L的K₂Cr₂O₇标准溶液通过氧化还原滴定法测得硫酸亚铁铵样品的纯度。反应原理为6Fe²⁺+Cr₂O₇²⁻+14H⁺=2Cr³⁺+6Fe³⁺+7H₂O,学生测定过程见表1。

表1 硫酸亚铁铵的标定与纯度分析

序号	1	2	3
滴定起始刻度/mL			
滴定终止刻度/mL			
K ₂ Cr ₂ O ₇ 标准溶液用量/mL			
K ₂ Cr ₂ O ₇ 标准溶液平均用量/mL			
K ₂ Cr ₂ O ₇ 标准溶液浓度/(mol·L ⁻¹)			
样品浓度/(mol·L ⁻¹)			
样品质量/g			
样品纯度			

实验教学

追求教学实效 构建生本课堂

——浅谈交互式初中化学实验教学

四川省广元市教科所(628017) 梁树超
四川省广元市利州区大东英才学校(628017) 赵杨周 张武

1 初中实验教学的意义和现状

化学实验教学是教师指导学生利用一定的药品、仪器设备,按照指定的条件去进行的化学实践活动。化学实验教学对于推动学生主动学习化学知识,积极探索物质世界,有着其他教学方法和手段所不具有的功能。通过化学实验,学生能够深化理解初中化学理论知识、掌握化学实验的基本方法和基本技能,同时也是化学教学的一种有效延伸。初中化学实验教学是培养学生动手能力,提高学生科学素养的重要环节。

然而,目前初中化学实验教学依然存在教学方式机械化,实验过程组织不严密,实验过程表面热闹,实验质量不高,实验最终目的难以实现的现状。教师在化学实验教学中存在着重认知轻过程、重视知识的传播、轻视学科素养培养的现状。实验教学设计重验证、轻探究。学生缺少实践的时间和机会,难以体验化学实验的趣味性,从而使部分学生被动学习,甚至产生对化学学习的厌倦。

2 基于交互式教学模式的化学实验教学

为改善目前化学实验教学现状,力求在有限的实验教学时间内,构建有生命力的学习过程,给学

在子项目2结束之后,教师对学生的实验结果要给予及时评价,引导学生总结反思、分析得失,培养严谨踏实的科学态度,提高实践能力。

3 研究感悟

基于微项目学习的实验教学,不仅要提高学生的解题能力,更着眼于学生实验能力的长期培

生提供更大的化学实验探究空间,满足不同发展水平的学生自我发展的需要。如把交互式教学模式的优势融入化学实验教学中,就能取得较好的实验效果。以“生本”教育理念为指导,结合教育教学实践经验,提出在初中化学实验教学中运用交互式化学实验教学模式。

2.1 交互式教学模式的定义

交互式教学模式,是以小组合作为重要形式,以学生与课程资源之间的互动、学生与学生之间的互动、学生与教学环境之间的互动、学生与教师之间的互动等为主要构成要素的教学模式。

2.2 交互式教学模式的优势

2.2.1 学生自由支配的空间大

该模式给学生提供更大的自由支配空间,学生在学习过程中掌握着主动权,有利于培养学生的自主学习习惯,提高学生学习化学的积极性。

2.2.2 学生参与度高

该模式让学生真正参与教学活动,在实验教学活动中学生动脑、动手、动眼,探索新知,提升能力。

2.2.3 学生学习氛围融洽

该模式下教师不是课堂的“主宰”,而是过程的组织者、服务员和辅导员。学生也不再是简单的知识“接受者”,他们成为学习的真正主人,有利于建立和谐、民主的学习氛围,使师生关系更和睦。

养。通过扎实开展实验教学,让学生有更多的动手操作机会,增强他们的好奇心、激发他们的探索欲望。相信对学生来说,今后不论是否从事科学研究工作,都将受益于通过实验培养出来的科学方法和科学态度。

2.2.4 教师因材施教,学生个性发展

该模式下教师可以与学生进行多种形式的对话,对学习能力较弱的学生采取专门讲解,对学习能力强的学生采取拓展延伸学习内容等方法,这样有利于个性化辅导和因材施教,使学生都能获得更好的学习效果,更有利于学生个性化的发展,促进潜能开发。

2.2.5 学生合作学习,实现共同进步

该模式下学生采取分组讨论,分组学习,分工合作,一起实验,可增强小组学生之间思维碰撞,情感交流。相互启发与学习,利于发挥小组合作学习的优势,培养团结协作的精神,实现共同进步。

2.3 例析交互式教学模式下的实验教学过程

2.3.1 学生与导学案互动——复习与预习

学生对实验理论知识的掌握和对实验目的的明确,是一堂实验课成功的关键。本环节由教师精心编制相应导学案,学生完成导学案中复习和预习板块的相关练习,进一步温习理论知识,明确学习目标。在“走进化学实验室”实验基本操作前组织学生完成导学案中仪器的识别与选择、药品的取用、酒精灯的使用、物质的加热、仪器装置的连接、玻璃器皿的洗涤等操作理论上的复习。此环节由组长监督评价。

2.3.2 学生与教师互动——演示与讲解

教师利用本环节讲解化学实验原理、目的、注意事项,演示实验过程等。在练习基本实验操作中,教师通过本环节边讲解边演示各种化学基本操作的正确步骤,学生听讲、观察、思考。此环节组长监督评价。

2.3.3 学生与仪器互动——探索与实践

本环节为学生自主实验环节。学生自主完成仪器药品的清点、固体和液体药品的取用、量筒的使用、胶头滴管的使用、酒精灯的使用、物质的加热、装置的连接、仪器的洗涤等操作。教师巡视了解学生操作情况,进行有针对性的个别指导。此环节教师评价。

2.3.4 学生与学生互动——互助与讨论

此环节学生以小组为单位,进行组内交流,互助释疑。例如:加热固体药品时,试管口为什么一般要略朝下倾斜?装置气密性检查不好如何找出问题并解决等。本环节组长组织组员群策群力解决组员操作中的错误和疑惑,将组内尚未解决的疑惑记录下来在下一环节提出。本环节由组长为组员表现进行评价并记载。此环节组内互评。

2.3.5 学生与教师互动——启发与答疑

此环节由教师组织完成两个目标:一是组间互助,解决各小组在上一环节遗留的问题;二是教师根据实际情况将考点难点问题提出供学生思考与讨论。例如:如何理解加热固体药品时,一般要把试管口略朝下倾斜?引导学生用硬质试管装入NaCl,管口朝上加热实验做对比,发现有冷凝水回流,学生思考讨论并给出正确点评,最后拓展得出新的观点:如果试管的质量高,达到要求,加热固体药品时试管口也可以不用略朝下倾斜。本环节由教师根据各小组提问与释疑表现给出评价,由组长记录。此环节教师评价。

2.3.6 学生与仪器、药品互动——自查与巩固

本环节学生再次实践或者分析实验现象与结果。实验结果分析是化学实验教学活动重要的组成部分。通过对实验现象的分析培养学生的科学态度和科学素养。在本实验中学生可自主练习不熟练的基本操作,规范操作步骤。此环节教师评价。

3 总结与分析

在整个实验过程中学生真正成为了课堂的主体,在教师的组织与启发下,学生主动积极参与实验活动,自主学习,积极思考与讨论,课堂气氛活跃、有序。纵观练习化学实验基本操作的实验过程,整个教学活动中学生活动包括:自主(复习)预习、两次参与讨论、两次自主操作,教师活动包括:一次演示与讲解、组织两次讨论、监督学生两次操作。

笔者在将交互式教学模式与初中化学实验教学相结合的实践中,初步探索出:导、讲(演)、练、论、评、补六环节化学实验教学模式。

(1)导:以导学案为基础进行实验的理论复习和实验目标预习。

(2)讲(演):是指教师对实验过程的讲解或演示。

(3)练:学生在明确实验目标和熟知实验原理与步骤后对实验仪器的实际操作,组长约束组内成员自主实验。

(4)论:学生以小组为单位对实验操作中的疑问进行讨论与交流,由组内成员记录本组提问。

(5)评:教师针对各小组提出的问题答疑。

(6)补:学生反思学习情况,重复操作、结果分析、完成练习等。

实验教学

以探究实验为导向的物理教学设计

——以简谐运动的教学为例

湖北省武汉市吴家山中学(430040) 邓 艾

1 引言

物理是一门以实验为基础的自然学科，通过实验学生可以探究各个物理量的变化规律或者直观感受各种美妙的物理现象，利用理论解释现象背后的科学本质培养学生的科学思维能力；通过实验还可以让学生切身感受发现物理规律得出物理结论的乐趣，激发学生对物理学科的热爱；通过实验也可以培养学生的动手操作能力和观察能力，对所谓的异常现象的质疑与求真探索培养学生的科学态度与责任。教育部明确指出，高中物理教学要注意培养学生形成正确的物理观念，严谨的科学思维，具备一定的科学探究能力、科学态度与责任，最终提升学生的学科核心素养。本文以简谐运动为例，从不同的探究实验研究弹簧振子的位移随时间变化的关系，让学生亲身经历探究实验的方案设计、操作流程，最终得出简谐运动的定义。在各自不同的探究实验中学生经过观察、分析、对比、归纳、交流，形成对简谐运动的理解与认识，在此基础上充分认识不同实验方案对实验结果产生的影响以及误差产生的原因，并给出相应的改进方案。

2 教学设计

2.1 问题式导入课题

问题1：声音是如何产生的？

生：振动产生声音。

问题2：振动的定义是什么？

师：振动是物体的一种状态，运动状态主要可以划分为平动、转动、振动。请大家回归课本，看课本上对振动是如何定义的。

问题3：如何让一个物体振动？

评价：问题式导入新课是课堂教学常用的教学

方式，让学生回顾前面学习过的内容，在已有的知识与经验基础上提出新的问题，降低学生学习新课的难度，激发学生学习的热情。递进式问题的提出引出课题，引发学生深度思考。

2.2 进行新课

(1)回归课本，利用图1装置进行课堂演示实验。

问题4：根据图1中的装置，我们看到的实验现象，物体有没有振动？

生：基本很难振动。

问题5：是什么原因导致没有振动？

生：接触面间存在阻力。

问题6：如何让弹簧振子真正的振动起来？

学生回答1：让弹簧振子在竖直方向运动，无接触面就不存在摩擦阻力的问题，主要是空气阻力的问题。

方案点评：这种解决问题的思路很直接，为避开水平面摩擦力，控制弹簧在竖直方向运动。教师可以让学生在课堂上现场演示竖直方向的弹簧振子运动。

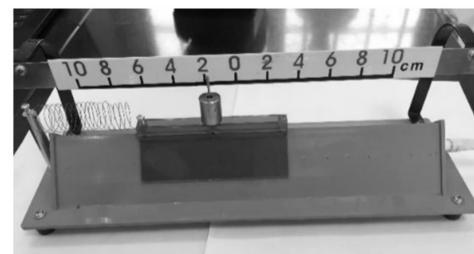


图1 课堂演示实验装置

学生回答2：让弹簧振子与接触面间形成空气层，以减小阻力。

方案点评：关于如何减小摩擦阻力这个典型问题，回顾前面探究加速度与力、质量之间关系的实验和验证动量守恒定律的实验，学生自然可以想到

气垫导轨。但是本节的实际处理过程是:如图2所示,将抽真空泵的出口端导入到金属导轨上,虽然产生的气体不是特别多,但是发现效果很明显。归纳整理后进一步思考。



图2 将抽真空泵的出口端导入到金属导轨上

问题7:课本上理想化弹簧振子,理想化体现在哪些方面?

生:忽略各种阻力,不计弹簧质量,不能超过弹簧的弹性限度……

评价:实际演示课本上的实验,是将静态的抽象的描述实验情景转化为具体的动态的有直观感受的现场演示实验。让学生观察看到的实验现象,发现问题,分析原因并提出解决方案,培养学生分析问题、解决问题的能力。在这个过程中,教师充分肯定学生解决问题的思路与方案,进一步引导学生提炼出弹簧振子作为理想化物理模型的具体点。

(2)探究式实验突破教学重点

面对一种新的运动形式——振动,运动规律是怎样的呢?如果我们进一步研究,我们最应该知道位移随时间如何变化。因为结合前面学习的理论:若位移随时间均匀变化,则为匀速直线运动;若位移随时间变化的关系为二次函数关系,则为匀变速运动。

因此,要想进一步研究振动,提出如下问题。

问题8:如何从实验的角度测量弹簧振子振动过程中的 $x-t$ 图像?我们的实验装置是怎样的?需要的实验仪器包括哪些?

方案1:迁移研究运动的位置实验装置

方案说明:结合前面研究运动的位移的知识需用到如图3所示的实验装置。

方案评价:虽然利用打点计时器与纸带可以记录运动物体位置变化,但是本节课中机械振动具有往复性,实验方案不合理。

评价:高中阶段我们研究位移随时间变化使用

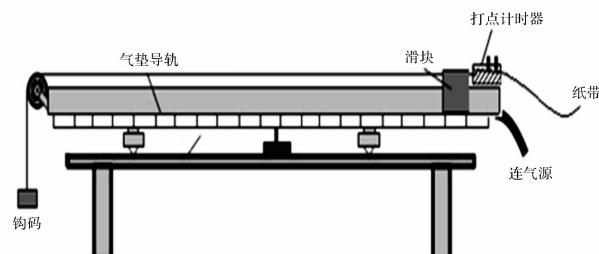


图3 研究运动的位移信息实验装置

最多的是打点计时器配合纸带进行实验分析,教师可以借此提醒学生注意到弹簧振子的运动虽然具有往复性,但运动轨迹依旧是直线。我们要描绘的位移随时间变化的图像,位移的起点在哪里?位移作为矢量,方向如何定义?描绘出的图像有什么特征?这些基础性问题的提出有利于推动学生对振动这种运动形成全面而又准确的认识。

方案2(探究实验1):手动记录振子的位置变化

设计思想:参考刻度尺上的刻度值,每隔一定的时间手动记录振子的位置变化:以相等的时间间隔建立时间轴,先运用列表法记录后再进行描点作图。

方案设计评价:这种设计具有理论上的可操作性,基本可以完成实验目的。理论上应该是如图4所示的作图过程,按照前面的探讨将图4转90°就是我们最开始想要解决的 $x-t$ 图像问题,如图5所示。

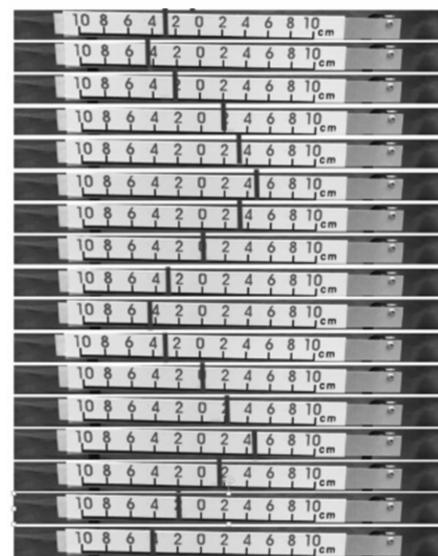


图4 手动记录振子的 $x-t$ 图像

小组交流心得体会:由于振子振动快慢的不确定性,实际记录时间信息以及位置信息存在的各种误差,本实验设计缺乏科学实验的严谨性与可靠性。



图5 转向后的 $x-t$ 图像

评价:这种实验方案实际上可以由学生实际操作尝试一下,并且进行小组交流是非常有必要的。因为任何实验都有误差,任何实验方案都有设计上的不足。让学生根据实验过程分析实验误差是实验的一个重要环节,可以培养学生严谨务实的科学态度和责任。现在很多学生做实验满足于得出课本上的结论,但事实是很多理论在真正实验时往往会出现很多意想不到的问题,甚至可能得不出想要的结果。这时需要学生仔细分析实验过程,找出问题,结合理论和经验解决实验中遇到的问题,提出更进一步的解决方案。在这个过程中学生的科学思维能力与科学探究能力才能真正提高。

方案3(探究实验2):软件定量分析法

设计思想:利用视频分析软件 Tracker 一帧一帧分析弹簧振子振动的视频,利用软件定量分析不同时刻振子的位置,并绘出 $x-t$ 图像。

方案设计评价:这种处理手段比方案 1 略胜一筹。几乎所有学生都很喜欢用这种方式解决物理问题,对利用软件解决物理问题感到很新奇。此外现在大部分学生对信息技术软件类上手快,基本一教就会,因此这种方案设计学生尝试的欲望很强。

小组交流心得体会:学生真正操作后会发现,导入软件进行分析时经常会报出错误提示,跟踪对象在设定的直线上找不到。追根溯源可以发现:由于拍摄的视频画面本身存在的抖动以及拍摄角度问题,还有实际振动过程中阻力的影响,软件分析得出的 $x-t$ 图像存在一定程度的失真。

评价:新教材主导利用数码相机与视频分析软件研究振动过程的位移图像,真正实践时发现对视频的录制要求比较高。学生也可以对竖直方向的弹簧振子进行研究,理论上竖直方向与水平方向的弹簧振子运动相差无几。实际进行实验时发现:竖直方向的振子由于没有其他几何体的约束很容易发生旋转,因而运动的轨迹也不是严格的竖直,实验研究的难度比较大。据此我们一般考虑如图 6

所示的解决方案,让振子依旧在水平方向振动,只是为避免振子的重力引起振子在竖直方向的运动,我们考虑用一根细线在竖直方向拉住振子。在不断的实践中发现问题,分析问题,充分运用理论解决问题,最终引导学生改进我们的实验装置。科学探究的思维与意识在本节课中得到充分的体现。

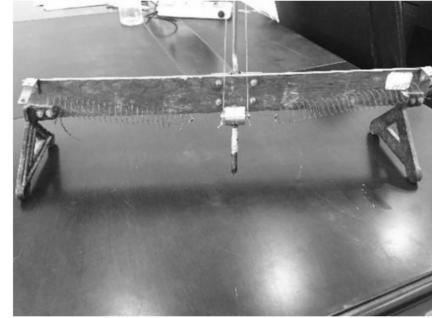


图6 实验改进装置

方案4:方案2的改进

设计思想:根据运动的合成与分解,振子振动的时间信息由匀速拉动的纸带控制,位移信息由与振子连接的笔直接绘制。

方案设计评价:这种设计具有可操作性,时间测量比前面方案 2 更好,基本可以完成实验任务。只是在实验时如何确保纸带的匀速拉动比较难,另外这样的实验装置搭建有些困难。

问题9:有没有更进一步的改进方案直接记录振子的位移随时间变化的信息?

方案5(探究实验3):传感器实时记录法

设计理念:如图 7 所示,利用 DIS 数字化位移传感器配合数据采集器连接至电脑,快速准确绘制振子位移随时间的变化。振动装置是利用图 7 设备,将位移传感器的发射端固定在振子上。

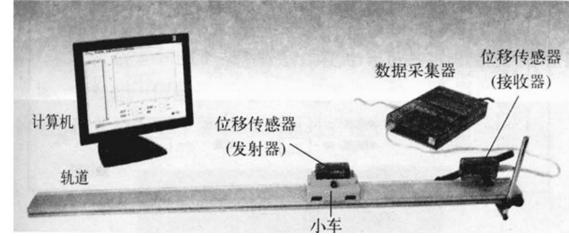


图7 利用 DIS 数字化位移传感器记录振子的 $x-t$ 图像

方案设计评价:这种方案应该说是所有方案中误差最小的,这是因为实验数据的获取是在运动过程中直接测量的,利用数字化传感器完成对位移和时间直接的记录。在这样的实验设计下,绘制的 $x-t$ 图像能更进一步获取振子振动快慢与振动范围的相关信息。

小组交流心得体会:这种实验方案数据的获取

实验改进

食物中含有蛋白质、淀粉、脂肪实验的改进与创新

江苏省南京市第九初级中学(210018) 葛 梅

义务教育生物学课程标准的课程基本理念要求:面向全体学生、提高生物科学素养、倡导探究性学习。生物科学素养是学生将来参加工作、社会活动时所需要的生物科学概念和科学探究能力素养。倡导探究性学习,帮助学生领悟科学的本质,引导学生主动参与、勤于动手、积极思考,逐步培养学生收集和处理科学信息的能力、获取新知识的能力、分析和解决问题的能力,以及交流与合作的能力等。以苏教版七年级第9章第1节“人体需要的营养物质”中“证明食物中含有蛋白质、淀粉、脂肪”实验改进为例,通过对实验材料的重新处理和实验设计的改进,阐述新课标理念在实验教学中的应用。

1 教材中的实验描述及困惑

教材中实验描述为取1匙面粉,加清水和成面团,将用纱布包着的面团放入盛有清水的烧杯

比较方便快捷,图像的产生也比较方便。但是测量上也存在一些实际的问题:由于发射器与振子固定不牢固,绘制出的图像也存在一定程度的误差,但是误差不是特别大。实验方案更进一步的改进可以从这里入手。

评价:现代化科学技术的发展有利于推动教育教学的变革。这种变革不仅体现在教学思想、教学内容的变化上,也体现在教学方式与教学手段的更新上。现在的教师不再依靠一支粉笔、一块黑板走天下,更多的是充分利用信息化工具服务教学,提升课堂效率。多种方式并用激发学生的学习兴趣,构建更生动更具体更鲜活的知识场景,还原探索物理规律的路径,烙下更深刻的物理观念,夯实核心素养。

总结:通过5种实验方案的设计与探讨,以及3种探究实验方案的应用研究,学生归纳得出:如果物体位移与时间的关系遵从正弦函数的规律,即它的振动图像($x-t$ 图像)是一条正弦曲线,这

中,用手轻轻地揉挤。观察清水发生的变化,纱布中剩余的黄色胶状物质就是面筋。笔者发现,这组实验在操作中会出现以下四种情况,影响学生的观察与认知。

(1) 学生加清水和面团步骤,面粉用量不确定,加水也不确定。多数学生仅仅把面粉和水混合在一起,面团不是稀就是干,浪费了课堂有限的时间。

(2) 学生把面团放在纱布内揉挤时,由于太使劲,面团被揉挤到纱布以外。

(3) 烧杯中的清水逐渐变浑浊,学生无法判断面团中的白色物质是否都溶解在水中了。

(4) 学生无法判断按压花生后的印迹是油还是水。为此,笔者经过多次实验,对实验材料处理和实验设计进行了改进,取得比较好的实验教学效果。

样的振动是一种简谐运动。

简谐运动作为周期性运动,与圆周运动有密切的联系。教师可以利用几何画板制作单位圆与简谐运动的动画,让学生总结简谐运动位移随时间变化的关系。

3 结语

通过不同探究实验,学生对简谐运动的认识非常深刻。以实验为导向启发学生设计不同的实验测量方案,并结合不同的实验过程与最终实验现象,总结出各自的实验存在的问题并提出改进方案,科学探究的意识得到极大的提升。在探究实验的过程中,学生历经问题的提出、设计实验、获取信息、基于证据得出结论、基于过程作出解释,并对实验过程进行评估与交流。基于实验过程的反思与总结,培养学生实事求是的科学态度。

2 实验材料的改进及处理

2.1 实验材料改进

实验用到的材料和器具有小麦、花生种子、面粉、500 mL 大烧杯、试管架、试管、刀片、载玻片、白磁盘、纱布、培养皿、滴管、稀碘液。增加的器材有揉好的面团、做好的面筋、食用油、棉线、牙签等。

2.2 面团的处理

笔者选用高筋面粉做实验。高筋面粉的蛋白质含量高于低筋面粉,筋度强,容易得到面筋。处理方法如下:课前称取400 g高筋面粉,加200 g清水,在面盆中反复揉成面团。此时的面团不粘手不粘盆,按压有弹性。由于课堂时间有限,如果面团大,揉挤花费的时间多;面团小,又看不出效果。所以,学生做分组实验时,每组发一个直径大约为2 cm的面团即可。

3 实验设计的改进

3.1 揉挤面团观察清水的变化

在500 mL烧杯中盛200 mL的清水(这个容积的烧杯,学生的手能够伸入烧杯里操作;如果清水太多,手伸入烧杯后水会溢出),用两块叠成双层的纱布包住面团,并用棉线系紧纱布,把面团放入水中,轻轻揉挤大约2 min,观察面团和清水分别发生了什么变化。

3.2 继续揉挤面团得到面筋

将变软的面团从大烧杯中取出,在实验室水槽水龙头的流水下继续揉挤面团5 min。笔者提示学生注意观察现象,直到不再有白色物质从纱布中渗出后停止揉挤。学生解开棉线并打开纱布(提问学生观察到有什么现象),再让学生用手摸一摸、拉一拉(有什么感觉)。告诉学生面团已经溶解,黄白色的胶状物质就是我们平常吃的面筋。让学生把纱布上零散的面筋聚合在一起成为球状,此时的面筋表面光滑,弹性足韧性好。教师同时将课前做好的面筋分发给学生们观察和对照。笔者课前也录制了制作面团以及揉挤、冲洗面团过程的微课,在学生做实验时可以重复播放,对他们进行实验指导。

笔者在课件中播放制作面筋过程的照片,讲台上展示实物小麦、面粉、面团和做好的面筋。让学生对小麦到面筋的过程有感性认识。提问学生:“面筋是一种植物蛋白质,通过观察面筋的制作过程你可以推测小麦中含有什么营养物质呢?”学生回答:“小麦中含有蛋白质这种营养成分。”笔者引

导学生养成良好的饮食习惯,营养均衡不挑食,关注自己和家人的健康。

3.3 设计探究实验鉴定淀粉

笔者让学生小组合作,根据提供的实验器材和试剂设计探究对照实验,注意控制单一变量来鉴定烧杯里从面团中渗出的白色物质是什么成分?学生设计的实验如下:用滴管从烧杯中吸取2 mL白色液体注入两只试管中,向试管中分别滴加2滴碘液和2滴清水,轻轻振荡试管,学生观察到一只试管中的白色液体变成蓝紫色,另一只试管中的液体还是乳白色。学生根据“淀粉遇到碘液显蓝色”知识,能够得到白色物质是小麦中的淀粉的实验结论。

3.4 按压小麦和花生鉴别脂肪和水

在实验册上画两个圆圈或者方框,一个下方写小麦,一个下方写花生。取烘干的花生、小麦种子各一粒放在载玻片上,用刀片纵向切开,分别将种子的纵剖面放在写好名称的圆内,用大拇指或者笔头挤压半颗小麦和花生,移开种子观察实验现象。

学生按压小麦很费劲,只观察到粉末;而花生则非常容易就被压碎了,在纸上出现了透明的印迹。实验现象出现后有的学生认为花生的印迹是水,有的认为是油。笔者设计以下方法帮助学生进行辨别:让学生用牙签的两端,分别蘸取清水和食用油,点在花生的印迹附近进行对照。学生很快就能判断出透明的印迹是油而不是水。笔者告诉学生一组数据:“每100 g小麦中含脂肪1.50 g;而100 g花生中脂肪的含量约有50 g。”并让学生从数据分析中能够理解用花生榨油的原理。师生共同总结:小麦和花生中都含有脂肪,但是花生中所含的脂肪明显多于小麦。不同食物中营养物质的含量也不相同。

4 小结

课堂上所有的学生都能够主动参与操作实验,积极思考,观察到食物中含有蛋白质、淀粉、脂肪,兴趣浓厚,印象深刻。他们对生物学的知识有更深入的理解,因此实验报告非常顺利。实验中让学生根据资料分析得出不同的食物营养成分各不相同的结论,关注营养均衡和健康,培养学生处理科学信息的能力,获取新知识的能力,分析解决问题的能力以及交流合作的能力,从而提高学生生物科学素养。

实验改进

水力发电站演示器改进

湖北省襄阳市长虹路小学(441001) 刘格芹

1 前言

笔者在教授鄂教版小学科学五年级下册第3单元“能源与矿产”第12课时“水力发电站”的时候,发现教材中的实验存在以下问题:叶片易松动;水轮不易固定,会滚动,时而转动快时而转动慢;用手控制水位高度不精确;烧杯口过大,很难控制出水量的多少、快慢以及水冲击叶片的位置;只有图片和水轮,学生很难理解水力发电站的工作原理,能量之间是怎样转化的。有鉴于此,笔者设计制作了教具“水力发电站演示器”。

2 实验创新设计

2.1 实验材料

铁架台、透明水箱、水轮、轴承、轴、联轴器、马达、计数器、水泵、水管、高压水阀、高压水喷壶、万能电表、LED灯、电线等。

2.2 制作过程

(1)搭建铁架台,固定轴承,把水轮装在轴上,把轴安装在轴承上,用联轴器将马达和轴承连接,在马达上安装LED灯和万能电表。

(2)在轴的另一端安装计数器。

(3)在水箱的底部安装水管和高压水阀,分别贴上标签“对照组”“实验组”。

(4)将水管和水泵连接,水泵固定在铁架台的中间。

制作完成的水力发电站演示器如图1所示。



图1 水力发电站演示器

2.3 教具的原理

水箱下的高压水龙头打开后,水流推动水轮转动。水轮机轴连接在马达上,带动马达转动发出电,小灯泡亮了,万能电表上也显示电压。通过局部到整体,我们更容易直观的认识水力发电站工作的原理,知道不同能量之间的转换。

2.4 使用方法

(1)水泵插电源,打开水龙头开关,关闭水箱下高压水龙头开关,给水箱注水,注满水后关闭水阀。

(2)联轴器与轴断开,打开计数器,调整高压水龙头冲击叶片的部位,打开高压水龙头,记录并读取叶轮转动的圈数,连续做3次。

(3)挪开水箱,打开万能电表,联轴器连接轴,用高压喷壶喷射水轮叶片,LED灯亮了,万能电表上显示电压。

(4)关闭所有阀门和电源,清理实验装置。

2.5 创新之处

(1)同时操作两组装置,就能得到现象明显的7组对比实验(即水位的高低、水流量的大小、水冲击叶片的位置不同、叶片的多少、叶片的大小、叶片的轻重、叶片的材料不同对水轮转动快慢的影响),符合五年级学生动手操作水平,更容易更精确地控制变量和不变量。

(2)水箱模拟水库,标有刻度线,便于控制水位高低,如图2所示。



图2 标有刻度线的水箱模拟水库

(3)铁架台模拟水坝。

(4)水管模拟导水管,高压水阀的开关控制水

实验改进

用水做托里拆利实验的改进

安徽省太和县宫集镇中心学校(236652) 王伟民

安徽省太和县第九中学(236000) 杨洁

托里拆利实验是中学物理大气压板块的一个重要实验。利用托里拆利实验,可以相对比较精确地测量大气压。传统的托里拆利实验是用水银作为“媒介”物质来进行的,用一根长度约1 m的一端封闭一端开口的玻璃管装满水银后,堵住管口口朝下插入水槽内的水银中,松开堵住的管口,管中水银面下降,当管中液面降低到一定高度后便不再下降,即便管子倾斜,管内水银柱的长度增大,但管内水银柱的竖直高度也保持不变(液面未升至管顶时),在1个标准大气压下,这一竖直高度为76 cm。玻璃管内上方是真空,没有气体压强,正是外界大气压支撑着这76 cm高的水银。所以,根据水银的密度利

用液体压强公式便可以算出大气压的数据。

水银是液体,教室又是一个相对比较封闭的环境,所以,在教室内用水银做托里拆利实验时,水银蒸发会污染教室空气,即便做实验时打开门窗,也不会完全消除水银的蒸发对教室空气的污染。因此,现在的多数教师在大气压内容的课堂教学中,不在班内做实物演示,而是用多媒体播放托里拆利实验视频的方式来替代演示实验。应该说,看实验视频跟在班内做演示实验的效果是无法相比的。

1 用水做托里拆利实验方法介绍

水是非常清洁的物质,不会污染环境,所以,有

量大小,如图3所示。

(5)水箱左右移动可以改变水冲击叶片位置,可冲击叶片的边缘、叶片的中间部位。

(6)计数器记录水轮转动的圈数,给学生更直观的认识。

(7)水轮易更换,和轴承连接,水轮转动得更灵活。

(8)水泵循环用水。

(9)用高压水喷壶冲击叶片,水轮飞速转动,带动马达转动,产生电能,LED灯亮,直观地认识水力发电站的工作原理。

3 实验创新效果评价

实验结束后,回到三峡大坝的问题上来,提问:“长江水流不断,为什么还要修这么长这么宽这么高的坝呢?”把课内的知识延伸到课外,在解决实际问题中巩固知识,并进一步促进知识向能力转化,激发了学生学科学、用科学的积



图3 高压水阀的开关

极性。

回顾实验教具设计和改进的全过程,我们发现以下几个问题:

3.1 专注探究获实证,突破教学重难点

独立操作教具,排除诸多干扰因素,专注于对比实验本身,符合五年级学生动手水平,能够完成多样化对比实验探究,即完成教学目标又突破教学重难点。

3.2 改变模糊为精确,数据意识自形成

利用计数器来判断水轮转动的快慢相比于教材中只凭感觉的做法,结果更精确,有利于培养学生数据意识,推动思维不断向前发展。

3.3 教具创新效果好,科学探究兴趣浓

本教具原理科学、操作简单、现象明显。在实验时,能够搜集更直观的证据,激发了科学探究的兴趣和热情。

总之,创新水力发电站装置,化难为易,化抽象为具体,更好地加强了我们对知识的理解和运用能力,在动手动脑中渗透了对比实验思想。

教师用水作为“媒介”物质来做托里拆利实验，其效果可以用“震撼”和“壮观”来形容。但由于这样做实验需要的实验器材尺度过大，而且需要多人在室外互相配合方可完成，非常不方便。所以，真正用水去做这个实验的教师非常少。具体做法如下：找1根大约11 m长的两端开口的塑料管（要求管子有一定的硬度且可视化），在楼层不低于4层的楼前地面上放置水盆，水盆内装有半盆水，将塑料水管的底端用塞子堵住后（比如用毛巾堵住，塞紧）插入盆内的水中，1~4楼各有1人用手固定管子，4楼阳台上的学生从水管的上端往管内注水（为了加快注水的速度，可以通过一个大的漏斗灌注），灌满水之后，将管子的上端封闭起来（可以用结实的厚塑料布包裹开口端并用绳子扎紧）。为便于观察，可以给水染上颜色。然后，1楼学生将下端插入水中管子管口的堵塞物拔出，这时，塑料管中的水会下降。在1个标准大气压下，当管内水面降低到高出盆中水面大约10.33 m时，水面不再下降。各楼层辅助做实验的学生配合，保持管子底端始终在水中，让管子倾斜，可以看到管中水柱长度增大，但竖直高度保持不变（这个过程需要向盆内加水，以保证盆内水面高度不变——管子倾斜时，盆内的水会被大气压压入管中）。根据测量出的水柱的竖直高度，利用液体压强公式即可算出当地的大气压强。

2 用水做托里拆利实验的优点和弊端

上面介绍的用水来做托里拆利实验的优点非常的明显——水不会污染环境，而且由于水的密度比水银的密度小的多，用水做托里拆利实验，管中水柱的竖直高度比用水银做实验时水银柱的竖直高度大得多，测量结果的相对误差小，因此，测量并计算出的大气压数据相对比较精确。

但是，实验中用到的水管长度太大，无法在教室内进行演示，即使有机会从校外找来或买来合适的水管，实验结束之后，实验室也无法存放管子，所以，各校用水做托里拆利实验的机会非常的少。

那么，我们能否用水作为“媒介”物质，设计一个改进型托里拆利实验，使其既具备用水银做托里拆利实验时实验器材小巧的优势，又具备水清洁无污染的优点呢？

3 用水做托里拆利实验改进装置的组成

图1是笔者设计的用水做托里拆利实验的改进装置图。用1个高约1.6 m的长方形木板作为固定水管的底板，底板上下间距为1 m的两个位置

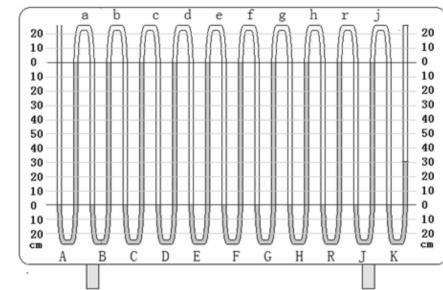


图1 用水做改进型托里拆利实验示意图

画两条水平刻度线，作为度量相关长度的零刻度线，以这两条零刻度线为基准上下再画出对应的刻度线，两条零刻度线正中间位置的水平线是公用的50 cm刻度线（限于插图的大小，图1中只画出了分米刻度线，实际制作装置时，因为木板上下高度比较大，刻度尺的分度值可以画到厘米甚至更小，这样测量或调节水柱的高度会更为精确），相关刻度数据标记在长方形木板的两边。将22根同样长度（约1.1 m长）的玻璃管以50 cm刻度线为中心竖向等距离地固定于木板上，其中最右边的玻璃管上端是封闭的，其余玻璃管均为两端开口，用透明橡胶弯管或塑料弯管连接相邻的玻璃管（注意连接处的气密性），每个弯管的外侧留有小孔，用橡皮塞塞紧密封（橡皮塞用来作为插入注射器针头抽取或注入水或空气的通道，图中没有画出），调节封闭管道内部各段水柱的长度和空气柱的压强（后面第四部分介绍实验过程中的调节方法），当调节至图1所示情形时，即分别以A—J为底的这10个U型管右管水面都比左管水面高出1 m（调节至这种情形是为了便于计算，不是必须的，调节至这些U型管两边水面的高度差大于这一数据也可，但这样计数比较麻烦，容易出错），且以K为底的第11个U型管右管水面上方是真空时，外界大气压的数据将等于10 m高的水柱和第11个U型管右管比左管高出的水柱产生的压强之和。

4 用水做改进型托里拆利实验的实验方法

(1) 将连接好的弯曲管道注满水，并设法用注射器排出弯管顶端的空气——若弯管顶端有空气，可以用注射器针头从橡皮塞处插入抽取。

(2) 调节长方形木板，使木板上的玻璃水管保持竖直状态。

(3) 调节以A为底的U型管内的水量。如图2所示，在a位置的橡皮塞插入大号注射器的针头，向管内注入适量的空气，使得以A为底的U型

管内的水与右边管道内的水分开。之后用注射器从 A 位置向外抽水(或向内注水)——使得以 A 为底的第一个 U型管右边和左边管内的水面分别在上下两个零刻度线的对称位置。比如,若右管水面在上面的零刻度线上方 10 cm,则用注射器调节其内部水的多少,使得左管水面在下面零刻度线下方的 10 cm 刻度线处,这样,就可以保证当左管水面对准下面的零刻度线时,右管的水面刚好对准上面的零刻度线,两管中水面的高度差恰为 1 m。调节至这种情形,以 A 为底的 U型管内的水量调节完毕。

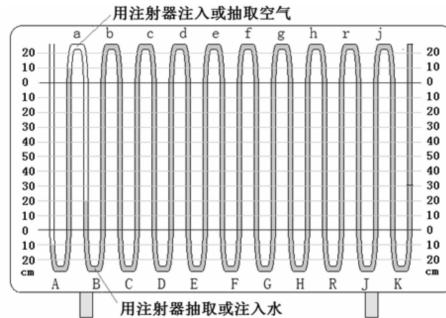


图 2 用水做改进型托里拆利实验操作示意图

(4) 调节以 a 为底的倒置 U型管内空气柱的压强。从 B 处插入注射器针头注入或抽取水(抽水时,注意不要让以 A 为底的 U型管内的水流流入右边,如果有这个倾向,可用从 a 处向内注入空气的方法来阻止),使得以 B 为底的 U型管左管内的水面刚好对准下面的零刻度线。之后,从 a 处插入注射器针头,通过抽取或注入空气的方法,使得以 A 为底的 U型管左管中的水面对准下面的零刻度线,右管中的水面对准上面的零刻度线。这样,以 a 为底的倒置 U型管内部气压调节结束。

(5) 按照与 3、4 步骤同样的方法从左至右依次调节各 U型管的水量和倒置 U型管内空气的压强(注意:一定要按顺序调节)。调节到最后一步时,最右边的封闭玻璃管虽然没有注入空气,但水面却会下降,水面上方将是真空(不考虑水的蒸发),最终状况如图 2 所示。

(6) 将最右边 U型管(即以 K 为底的 U型管)左右两边水面的高度差加上 10 m,作为水柱的总高度,利用液体压强公式即可算出测量地的大气压(高原地区的气压不足 10 米水压时,调节到最后,以 K 为底的 U型管内部将全部是真空)。

5 弯曲水管内封闭的空气对测量结果的影响微不足道

与用 1 根 11 m 长的直水管以水作为“媒介”物

质做托里拆利实验有所不同,这个改进型用水做托里拆利实验装置的水管是 1 个弯曲管道,当管道内部的水调节至图 1 所示情形时,弯曲管道内部被水封闭了 10 个相互隔开的倒置的 U型空气柱。空气也是流体。当空间内上下密度均一时也可以根据静止流体因自重而产生的压强公式 $p = \rho gh$ 来计算空气柱对下面水面的压强(高度不大时,可认为空气上下密度相同),那么,这些被水柱封闭并互相隔开的 10 个倒置的 U型空气柱产生的压强,对实验结果有影响吗?

与分析 U型管中液体压强规律类似,图 1 中这 10 个倒置的 U型空气柱在上面零刻度线之上的部分,左右两边空气柱的高度相同,它们因自重产生的对下面水压强的影响效果抵消。所以,10 个封闭空气柱对实验结果的影响,只有夹在上下两个水平零刻度线之间的、10 段竖直高度均为 1 m 的空气柱对实验结果的影响发挥作用。它们的累积高度刚好为 10 m,而它们的密度都比外界空气密度小,并且从左到右内部压强逐渐递减,所以,其密度也逐渐减小,即便都按外界近地面空气的密度 1.29 kg/m^3 参与计算,这 10 m 高的空气柱因自重而产生的压强也只有 125 Pa。该数据只是标准大气压的千分之一多一点,考虑封闭空气的密度更小,这 10 段封闭空气柱因自重而累积产生的压强会更小,对测量结果的影响微不足道,显然是可以忽略不计的。

6 用水做改进型托里拆利实验的优点和不足

从以上介绍可以发现,以水为“媒介”物质,采用改进型装置可以进行托里拆利实验来测量大气压。由于改进型装置将“水道”弯曲后再“叠加”,整个装置只有一个成年人的高度,所以,它克服了实验器材过高,无法在教室内演示的弊端。用该装置可以在教室内进行演示实验,并且不会污染环境,相比于用水银做托里拆利实验,这个改进型实验测量结果更为精确。

当然,这个改进型实验也存在缺陷和不足,那就是,实验步骤和实验中的调节比较麻烦,需要对 10 个 U型管中的水量和 10 个倒置 U型管内空气的压强逐一调节。同时,该实验装置比较复杂,搬运和组装器材比较麻烦,稍不留意,就有可能损坏玻璃管,使得整个实验前功尽弃。

实验改进

STEM教育视角下的实验改进

——以“探究植物细胞的吸水和失水”实验改进为例

甘肃省高台县第一中学(734300) 罗福海

STEM教育是基于真实问题情景，促进学生进行深度学习、探究学习的跨学科教育，有助于培养学生的生物学学科核心素养。“探究植物细胞的吸水和失水”是必修1新教材第4章“细胞的物质输入和输出”中的一个重要探究实验，涵盖了渗透吸水、失水原理等重要知识点，是中学生物教学的一个重难点。此实验中的原理、实验设计、装置改进和数据分析是开发STEM研究型课程的良好素材，具备与STEM教育理念无缝融合的优势。该项目融入STEM教育理念的教学目标分析见表1。

表1 “探究植物细胞的吸水和失水”STEM教学目标

项目	科学(S)	技术(T)	工程(E)	数学(M)
探究植物细胞的吸水和失水的原理	植物细胞的吸水和失水操作，等渗溶液的筛选	实验设计和操作，等渗装置方案设计	实验材料选择，装置建构，数据统计、分析	实验装置的建构，数据的分析

1 合理取材(E)，有效建立工程意识

1.1 实验材料与仪器

本实验用到的材料为马铃薯，其他材料如萝卜、梨、菜瓜等也可以。在实验过程中用到的试剂和仪器包含胶水、蔗糖、红墨水、橡皮塞、清水、打孔器、5个细口瓶、刀片、1个100 mL烧杯以及若干个50 mL烧杯、牙签、玻璃棒、毛细吸管，其中毛细吸管可用空圆珠笔芯或吸管等替代。

1.2 材料的分割

用刀片将马铃薯进行切割，得到宽为试管半径一半左右、长为试管高度1/3~2/3的马铃薯长条。将马铃薯长条置入下文配置的溶液中使用。

2 强化建模(M)，综合设计实验装置

在橡皮塞大约中间的位置使用打孔器打孔，把毛细吸管插入孔中，至橡皮塞下方露出大约0.5 cm的距离为宜。毛细吸管的四周使用胶水密封，将少量红墨水注入位于橡皮塞上方的毛细吸管中，作为指示液柱。在橡皮塞下方插入能固定马铃薯长条的牙签，将其塞入细口瓶当中，检查气密性。若出现漏气情况，继续滴加胶水进行密封，当整个装置不再出现漏气情况时，便制得了本次实验的简易装置(见图1)。依次制作5套这样的简易装置备用。

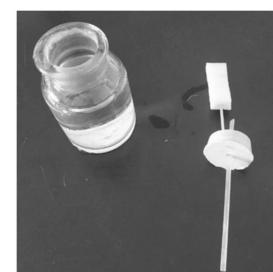


图1 简易装置

3 妙用技术(T)，在实验中充分诠释生理意义

3.1 溶液的配制

在容量为100 mL烧杯中置入50 g左右的蔗糖，然后加清水至烧杯刻度线，使用玻璃棒进行搅拌。在50 mL烧杯中置入上述制备好的溶液50 mL左右，将其标记为1号溶液；继续将清水注入到之前的100 mL烧杯中，使得溶液达到刻度线标准，搅拌均匀后倒出50 mL左右的溶液置入50 mL的烧杯中，将其标记为2号溶液。依此方法继续得到3~8号溶液备用。

3.2 等渗溶液的筛选

在图1所示的简易装置中置入4号溶液，把

马铃薯条固定到牙签上浸入到液体中，盖紧。实验进行5~10 min后，对红墨水的指示液柱进行观察：若指示液柱上移，证明细胞失水，表明外界溶液的浓度高于细胞液浓度，应使用较低浓度溶液，即5号与6号溶液。若指示液柱出现下移情况，则应使用较高浓度的溶液，即2号与3号溶液。当指示液柱位置没有发生太大变化时，则证明此溶液为等渗溶液。在本次实验中，由于使用材料的差异和人为制定溶液的原因，会出现液体浓度不一的状况，也有可能在实验的8种液体中未出现等渗溶液，这时就需要在实验溶液中继续稀释，寻找和筛选等渗溶液。将满足实验条件的等渗溶液标记为丙，浓度最高的溶液标记为甲，甲至丙之间的溶液标记为乙，小于丙溶液浓度的液体标记为丁，清水为戊，进行实验。

4 明确主旨(S)，实验改进指向教学内涵

教材中本实验是通过在低倍显微镜下观察洋葱鳞片叶外表皮细胞在清水和蔗糖溶液中的液泡大小、原生质层的位置来进行细胞吸水和失水状态的判断。改进后整个实验过程中不需要显微镜来观察，而是通过肉眼观察液滴移动就可以判断，大大简化了实验，更直观地展现了植物吸水和失水的动态过程。同时改进后的实验通过对等渗溶液的筛选，让学生从实质上理解植物细胞吸水和失水的原理。

4.1 演示实验

将制得的5套相同简易装置准备好，在5套装置中分别置入甲至戊5种溶液，盖紧，标记液滴起始位置，对红墨水的指示液柱进行观察。在实验进行了5~10 min后，观察液滴的移动情况，并用手触摸辨别马铃薯条的差异。

4.2 实验现象

根据上述实验操作，观察到实验结果如图2所示，不同溶液中液滴移动情况及马铃薯条的变化见表1。



图2 细胞吸水和失水时的液滴移动情况

表1 不同溶液中液滴移动情况及马铃薯长的变化

编号	指示液柱移动方向	指示液柱移动幅度	马铃薯条形状	用手摸感觉差异
甲	上	大	弯曲	软
乙	上	较大	弯曲	较软
丙	不动	无	不变形	无变化
丁	下	较大	挺直	较硬
戊	下	大	挺直	较硬

4.3 实验结论

通过实验现象可知：植物细胞存在吸水和失水两种状态；吸水和失水是动态变化的，其速度的快慢由细胞液和外界溶液的浓度差的大小来决定。当外界溶液的浓度大于细胞液浓度时，植物细胞失水，当外界溶液的浓度小于细胞液浓度时，植物细胞吸水，当外界溶液的浓度等于细胞液浓度时，植物细胞达到渗透平衡。

5 学习反思，多元评价提升素养

本次实验可以从对项目和对学生两个方面进行评价。通过反思，自我提升，促进学生的全面发展。相关评价内容及指标见表2。

表2 实验评价指标

评价层面	指标
项目层面评价	①合理运用相关生物学知识。 ②实验设计和过程严谨规范。 ③实验操作熟练、装置制作大方实用。 ④数据统计准确可信。 ⑤组员分工明确、配合默契。
学生层面评价	①在研究中能认真参加每次课题组活动。 ②动手能力强，能独立完成溶液配制、实验装置制作和组装等实验过程。 ③能够积极参与组内实验方案的讨论。 ④在团队研究中能够认真地完成自己承担的任务并进行有效合作。 ⑤在团队研究中能主动提出建议，具有较强的创新性。

本实验从学生项目化探究活动出发进行了实验改进。通过多学科知识融合改进实验的呈现方式，增加学科的教学内涵，促进学生高阶思维和创新能力发展，为提升学科核心素养找到了有效“固着点”。当然本实验还可以通过横向比较不同实验材料的吸水、失水情况，如分组比较马铃薯、萝卜、菜瓜在上述溶液中发生渗透现象时液柱的移动幅度、最终的形状、手感等，找到最适合的材料，进一步提升实验探究和选材的工程素养。

实验改进

“绿叶中色素的提取和分离”实验的改进和拓展

甘肃省高台县第一中学(734300) 陈能训

“绿叶中色素的提取和分离”实验做成功而且效果好,关键在三个环节要处理好:①提取出的色素量多不变性;②画出的滤液细线浓、直、细、匀;③滤液细线不能浸没在层析液中。笔者通过长期实验教学实践,尝试对教材实验进行优化改进,并且在此基础上拓展了探究实验。

1 实验改进方面的思考与处理

1.1 制备出高质量的色素提取液,要从实验材料的选择与处理上改进

1.1.1 选材

教材中选用的材料是新鲜的绿叶(如菠菜、油菜、上海青)进行色素的提取和分离,都能取得良好的实验效果。

1.1.2 优化绿叶材料研磨方法制备高质量的色素提取液

教材实验在实际操作中的不足:①绿叶进行剪碎和研磨的处理耗时长,学生在操作中缺乏经验,经常会出现研磨不充分、材料大量溢出的情况;②色素易发生去镁(Mg)反应或分解;③研磨时加入过量有机溶剂(无水乙醇)造成色素提取液的质量差,影响实验效果;④各小组实验进度差异大。

笔者在实践中做了如下改进实验。

(1)绿叶材料采用先晾、后打碎的方法:新鲜绿叶中水分多,放于干燥处晾2 h左右,用家用榨汁机迅速打碎绿叶组织,分成碎屑和汁液两部分。用大一点塑料勺将碎屑分配至每个研钵中(两平勺),倒入汁液1 mL,备用。

(2)加药品:向盛有碎屑和汁液研钵中迅速加入少许二氧化硅、碳酸钙和2 mL无水乙醇。

(3)研磨:研磨的要领是用力地旋转压,进行迅速充分地研磨。

(4)过滤:将研磨好的研磨液倒入放有单层尼龙布的玻璃漏斗中过滤,将滤液收集到试管中,及时用封口膜将试管口封上。

上述改进的优点:①用榨汁机打碎绿叶的过程

中,绿叶器官组织、部分细胞及叶绿体破裂解体,打成的碎屑小,既方便研磨,也利于有机溶剂(无水乙醇)充分接触,使得研磨液中色素溶解量增加;②教材实验中研磨要加10 mL无水乙醇。用榨汁机迅速打碎绿叶再研磨只需加无水乙醇2 mL,就能获得一个小组画滤液细线和探究实验所需色素提取液用量,节约了药品;③用封口膜将色素滤液试管口封上,透明密封,便于观察,方便操作。

1.2 在用具和方法上改进滤液细线画法

滤液细线是影响色素分离结果的关键。

教材实验在实际操作中的不足:教材上画滤液细线用的玻璃毛细管易堵易断,学生在操作时吸取的滤液也容易过多或过少,导致画的滤液细线不均匀、不连贯;容易将滤纸划烂;操作不娴熟或者手抖,造成划线不细、不匀、不直、浓度不一。最终分离出的色素带层次不齐,效果差。

1.2.1 制备滤纸条

经干燥处理过的滤纸,剪成1.5 cm宽的滤纸条(注意宽度不大于1.5 cm),一端剪去两个角使之呈梯形,并在距离这一端1 cm处用铅笔画一道细的横线,备用。

1.2.2 滤液细线画法上的改进

笔者比较了三种滤液细线的画法:薄塑料片印章法、钢笔划线法、薄钢质垫圈碾印(滚动)法。实验结果表明,薄塑料片印章法学生在实验时,兴趣深厚,且好上手、易操作、失误少,画出的滤液细线浓、细、匀、直。此实验方法材料易得,简便可行,效果好。具体如下:

用薄而硬的干净三角形薄塑料片如衣物标签,将平而直的一边两侧稍稍磨毛(利于吸附色素),先用一块载玻片笔直固定在铅笔细线一侧,薄塑料片蘸取色素研磨液少许轻轻印在滤纸条的细线处,待晾干后重复几次。

1.3 用改进的器具分离色素

教材实验在实际操作中的不足:教材实验中分离色素使用试管或者小烧杯加入层析液来操作。

试管长且口小,滤纸条长度不够,尤其是层析液加入量不容易掌握,易发生滤液细线浸没在层析液中或滤纸条贴壁导致层析结果受到影响。用小烧杯,需倒入10 mL左右层析液,层析液用量大,烧杯口径较宽,层析液易挥发。滤纸条挂在烧杯壁易出现软化后滑落或贴壁的情况。

1.3.1 目标

用改进的器具分离色素,可做到滤液细线“不可能”浸没在层析液中。

1.3.2 对层析装置的改进

采用规格15 mL的度离心管替代试管或小烧杯,加入2.5 mL层析液后用封口膜密封。层析时用刀片轻轻地在封口膜中央划开一道细口,将画好滤液细线的滤纸条梯形端向下,从刀片划开的细口处竖直插入刻度离心管中,15 mL规格离心管的底部狭细,恰好能卡住滤纸条的梯形端,梯形端部分能够接触层析液,而不用担心会浸没滤液细线。离心管有刻度能很好控制层析液加入量,用封口膜密封管口,既能防止层析液挥发,又能防止滤纸贴壁。真正做到滤液细线不可能浸没在层析液中,学生好上手、易操作、失误少。

以上改进方法,针对学生实验操作的规范性、准确性,取得较好的实验效果。

2 实验拓展和探究设计

2.1 设想和目的

用榨汁机迅速充分打碎绿叶后研磨的优点:除制备出高质量色素提取液,还节省出部分实验时间,画滤液细线剩余的色素提取液还可用于探究色素溶液的光谱吸收特点、色素溶液的荧光现象。

2.2 探究过程

2.2.1 材料用具

剩余色素提取液、白光手电筒、蓝紫光手电筒、红色激光笔、绿色激光笔、白纸。

2.2.2 具体操作方法

(1)探究色素提取液的光谱吸收特点

用不同颜色的光源分别照射无水乙醇和色素提取液,操作时光源对每只试管的照射,从试管上部空管处往下移动至色素提取液,观察背景纸上光点的变化,形成对比(见表1)。直观感知叶绿体色素吸收光谱。

结论:无水乙醇不吸收任何波长的光,叶绿体中的色素对光的吸收具有选择性。叶绿体色素吸收光谱的最强吸收带有两个:一个是红光部分,另一个是蓝紫光部分,对绿光的吸收最少。

(2)探究色素提出液的荧光现象

结论:将色素提取液放在直射光环境下(光源也可用白炽灯代替),分别进行直射光观察和反射光观察。色素溶液与人眼同高,在透射光侧,观察到色素溶液呈绿色,在反射光侧色素溶液呈血红色,即为叶绿素产生的荧光颜色(见表2)。

表1 探究色素提取液的光谱吸收特点

步骤	光源	照射对象	背景纸上的变化
1	红光	无水乙醇	红色
2	蓝紫光	无水乙醇	蓝紫色
3	绿光	无水乙醇	绿色
4	白光	色素提取液	绿色
5	红光	色素提取液	无变化
6	蓝紫光	色素提取液	无变化
7	绿光	色素提取液	绿色

表2 探究色素提取液的荧光现象

步骤	光源	观察位置	观察色素提取液颜色	光谱分析	原因
1	白光	透射光侧	呈现绿色	吸收光谱	叶绿体色素吸收绿光最少
2	白光	反射光侧	呈现血红色	发射光谱	叶绿素受光激发后发射的荧光

3 反思与启发

本实验改进成功的关键主要有四点:①用榨汁机迅速充分打碎绿叶既方便研磨又利于有机溶剂与色素充分接触,使得研磨液中色素溶解量增加,从而获得高质量的色素提取液;②药品的合理用量;③滤液细线画法上的改进;④用改进的器具(15 mL离心管)分离色素。综合效果就是色素充分释放,层析效果显著。实验操作方法及器具的改进大大提高了实验课堂效率,也为学生带来更多思考的时间和探究空间。

在探究实验部分,学生非常直观地观察到了色素溶液对白光、红光和蓝紫光的吸收现象。利用色素溶液在太阳光下观察色素透光(几乎不吸收绿光)和荧光现象。这些实践活动不仅增强了学生的兴趣,对学生认识色素的光学性质,进而理解色素在光合作用中的用途具有重要意义。

实验改进与探究设计过程对教师也有重要的启发。比如白光手电筒的制作,仅仅是把手机的手电筒光源前临时粘上激光笔的小帽就加工成功。教师自己既要善于动脑,还要善于动手。只有设计出更显著、易观察的实验现象才能激发其兴趣、引发学生思考,这样对实验的改进才会更有意义。

试题解析

例谈 2021 年高考物理力学实验的创新与拓展

华中科技大学附属中学(430074) 许文

实验探究作为物理学科核心素养,是高考物理命题的重要内容。在实验探究过程中可以发现不少有价值的问题,对问题进行引伸与探究,能扩大和巩固研究成果,使问题的研究更深入发展,能很好地体现出新课程探究式的学习要求,体现出新高考的要求。本文通过实例分析 2021 年高考物理力学实验试题特点,探讨高考力学实验的创新与拓展。

1 力学基本实验与命题规律

1.1 基本实验

物理考纲中明确要求考生掌握的八个力学基本实验:①研究匀变速直线运动;②探究弹力和弹簧伸长的关系;③验证力的平行四边形定则;④探究加速度与力、质量间的关系;⑤探究平抛运动特点;⑥探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系;⑦验证机械能守恒定律;⑧验证动量守恒定律。

1.2 命题特点

力学实验考查形式为多知识点覆盖和组合,考查力学实验的基本原理和方法,考查定性分析和定量计算相结合,并借助基本实验分析拓展创新实验,对学生探究能力提出了较高要求。主要题型有:①基本实验仪器的使用:如弹簧测力计、打点计时器、游标卡尺等;②以纸带或者光电门为测量工具的实验,如研究匀变速直线运动、探究牛顿第二定律、验证机械能守恒定律等;③以弹簧为测量工具的实验,如探究弹簧弹力和弹簧伸长的关系、验证力的平行四边形定则等。

1.3 命题预测

对基本实验进行创新拓展依然是今后高考物理实验考查的主要方向。主要表现在:①实验器材的等效与替换,如用气垫导轨代替长木板、光电门或频闪照相机代替打点计时器等;②实验结论的拓展与延伸,如通过实验装置测出物体的加速度,再利用牛顿第二定律求动摩擦因数等;③实验数据的处理与分析;④试题情景的设计与创新。创新只在

基本实验基础上做有限的变化,考查学生独立解决新问题的能力和知识迁移能力,体现新课程倡导的三维目标。

2 力学实验的创新与拓展

高考力学实验的创新与拓展表现在对基本实验的改进、迁移与创新。利用已学过的知识,对实验器材或实验方法加以重组,改进实验测量手段与测量技术,设计实验方案解决新的问题,突出实验原理的迁移、测量方法的迁移、数据处理方法的迁移(如用线性图象法分析处理实验数据),解答新情景问题,如测量重力加速度、测动摩擦因数等。

2.1 实验原理、方法的迁移

例 1:(2021 年全国高考卷甲第 22 题)为测量小铜块与瓷砖表面间的动摩擦因数,一同学将贴有标尺的瓷砖的一端放在水平桌面上,形成一倾角为 α 的斜面(已知 $\sin\alpha=0.34$, $\cos\alpha=0.94$),小铜块可在斜面上加速下滑,如图 1 所示。该同学用手机拍摄小铜块的下滑过程,然后解析视频记录的图像,获得 5 个连续相等时间间隔(每个时间间隔 $\Delta T=0.20$ s)内小铜块沿斜面下滑的距离 s_i ($i=1,2,3,4,5$),见表 1。

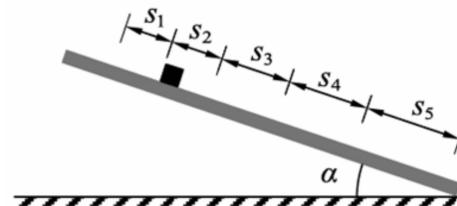


图 1 测量小铜块与瓷砖表面间的动摩擦因数

表 1 实验数据

s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
5.87 m	7.58 cm	9.31 cm	11.02 cm	12.74 cm

由表中数据可得,小铜块沿斜面下滑的加速度大小为 _____ m/s^2 ,小铜块与瓷砖表面间的动摩擦因数为 _____。(结果均保留 2 位有效数)

字,重力加速度大小 $g=9.80\text{ m/s}^2$

解析:由逐差法可得小铜块沿斜面下滑的加速度大小 $a=\frac{s_5+s_4-(s_2+s_1)}{6\Delta T^2}\approx0.43\text{ m/s}^2$;

对小铜块沿斜面下滑,由牛顿第二定律有:
 $mgsin\alpha-\mu mgcos\alpha=ma$,即: $a=g(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)$,解得 $\mu=0.32$ 。

答案:0.43;0.32。

点评:本题是基本实验“研究匀变速直线运动”的改变与创新,将基本实验中用打点计时器与纸带测物体做匀变速运动的加速度,改成用手机拍摄小铜块沿斜面运动的一段视频,再通过视频解析得到类似于小铜块运动的频闪照片,测量小铜块在连续相等时间内运动的位移大小,并将逐差法求加速度的方法迁移;其实小铜块的加速度是由铜块的受力与质量决定的,根据牛顿第二定律得出小铜块下滑加速度的表达式,由牛顿第二定律测小铜块与斜面间的动摩擦因数。教材中的基本实验是创新之本,如果丢开教材中的一些基本实验而一味地追求一些创新实验,这样就会感到如空中楼阁,虚无缥缈。

2.2 改变测量手段与测量技术

例2:(2021年湖南高考卷第11题)某实验小组利用图2所示装置探究加速度与物体所受合外力的关系。主要实验步骤如下:

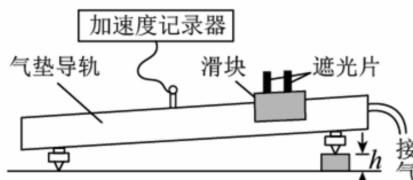


图2 探究加速度与物体所受合外力实验装置

(1)用游标卡尺测量垫块厚度 h ,示数如图3所示, $h=$ _____ cm;

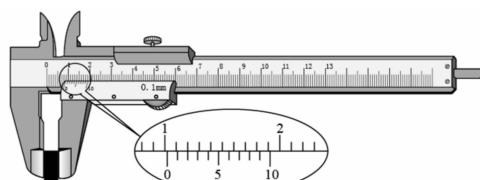


图3 游标卡尺示数

(2)接通气泵,将滑块轻放在气垫导轨上,调节导轨至水平;

(3)在右支点下放一垫块,改变气垫导轨的倾斜角度;

(4)在气垫导轨合适位置释放滑块,记录垫块个数 n 和滑块对应的加速度 a ;

(5)在右支点下增加垫块个数(垫块完全相同),重复步骤(4),记录数据见表2。

表2 实验数据

n	1	2	3	4	5	6
$a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.087	0.180	0.260		0.425	0.519

根据表2中数据在 $a-n$ 坐标系上描点,绘制图线。

如果表中缺少的第4组数据是正确的,其应该是_____ m/s^2 (保留三位有效数字)。

解析:(1)游标卡尺读数 $h=10\text{ mm}+2\times0.1\text{ mm}=10.2\text{ mm}=1.02\text{ cm}$;

(5)设气垫导轨左、右两支点间距为 L ,在右支点下垫 n 块垫片时导轨的倾角 θ 满足 $\sin\theta=\frac{nh}{L}$;设滑块的质量为 m ,滑块在气垫导轨上下滑过程中受到的合力大小为 $F=mg\sin\theta$;可得 $a=\frac{gh}{L}n$,可知 a 与 n 的关系为线性关系。将表2中数据在 $a-n$ 坐标系中描点,用直线拟合,作出图像如图4所示。

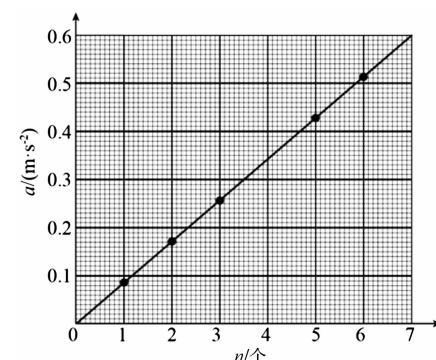


图4 $a-n$ 图像

由图4知, $n=4$ 时 $a_4=0.345\text{ m/s}^2$ 。

答案:(1)1.02;(5)见解析图,0.345。

点评:本题是探究“加速度与合力的关系”实验,加速度的测量改由“加速度记录器”测出(实际上是光电门等传感器与电脑连接,集数据采集与处理于一体),改变了测量手段与测量技术,相对传统用打点计时器与纸带测加速度更精确、更省时,但加强了对问题探究性的考查。从题目给出的表中测量数据看,似乎看不出加速度大小 a 与垫块数 n 的关系,通过运用牛顿第二定律分析, a 与 n 的关系是线性关系,通过表中数据描点,用直线拟合,可从图像中得出 $n=4$ 时的加速度大小 a_4 ,即可体会到此实验的创新巧妙之处。本实验在创新的同时,也注重基本测量仪器的使用与读数,如游标卡尺的读数=整数毫米+格数×精确度。

3 用已有的知识与方法解决新问题

例3:(2021年全国高考卷乙第22题)某同学利用图5所示装置研究平抛运动的规律。实验时该同学使用频闪仪和照相机对做平抛运动的小球进行拍摄,频闪仪每隔0.05 s发出一次闪光,某次拍摄后得到的照片如图6所示(图中未包括小球刚离开轨道的图像)。图中的背景是放在竖直平面内的带有方格的纸板,纸板与小球轨迹所在平面平行,其上每个方格的边长为5 cm。该同学在实验中测得的小球影像的高度差已经在图6中标出。

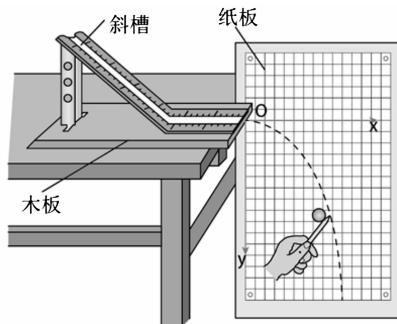


图5 研究平抛运动的规律装置

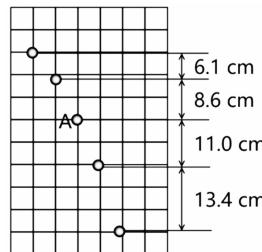


图6 频闪仪拍摄得到的照片

完成下列填空(结果均保留2位有效数字):

(1) 小球运动到图6中位置A时,其速度的水平分量大小为_____m/s,竖直分量大小为_____m/s;

(2) 根据图6中数据可得,当地重力加速度的大小为_____m/s²。

解析:(1)频闪仪闪光时间间隔 $\Delta t=0.05\text{ s}$,小方格边长 $x=0.05\text{ m}$,图6中 $y_1=0.061\text{ m}$, $y_2=0.086\text{ m}$, $y_3=0.110\text{ m}$, $y_4=0.134\text{ m}$ 。小球做平抛运动,水平方向上做匀速直线运动,竖直方向上做自由落体运动。则有: $v_{Ax}=\frac{x}{\Delta t}=1.0\text{ m/s}$, $v_{Ay}=\frac{y_1+y_2}{2\Delta t}=1.96\text{ m/s}\approx2.0\text{ m/s}$;

$$(2) \text{由逐差法得 } g=\frac{y_4+y_3-(y_2+y_1)}{4\Delta t}=$$

$$9.7\text{ m/s}^2$$

答案:(1)1.0 m/s;(2)2.0 m/s;(3)9.7 m/s²。

点评:本题是“探究平抛运动特点”实验的创新拓展。将基本实验中用纸孔与铅笔记录小球平抛运动轨迹上某点的方法改用频闪照相法,提高了描绘小球平抛运动轨迹的准确度,将探究问题引向深入。根据平抛运动的特点与规律,拓展为用此实验装置与实验原理测当地的重力加速度,体现学以致用的学习理念,培养物理核心素养。

4 两个典型的力学创新拓展实验

尽管力学创新拓展实验表现为多方面,主要是用到学过的基本物理知识,创新情景,拓展方法,迁移原理,解决新的物理问题。从多年的物理高考可以看出,测量重力加速度与动摩擦因数这两个力学拓展实验,应引起学生高考备考足够重视。

(1)几种测定重力加速度实验的创新与拓展方案(见表3)

表3 几种测定重力加速度实验的创新与拓展方案

实验图示	创新与拓展
	打点计时器计时,利用逐差法测定g,也可以利用图像法求g。
	光电门计时,原理为 $v^2-v_0^2=2gx$ (也可以利用频闪照片或数码相机的连拍功能)。
	滴水法计时,原理: $h=\frac{gt^2}{2}$,可以利用图像求g。
	匀速圆周运动计时,原理: $\Delta x=gT^2$ (也可以测量转速)。
	打点计时器计时,利用机械能守恒,有: $\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2=(m_2-m_1)gh$

自制教具

自制小孔成像演示仪

——小孔成像实验的改进与创新

江苏省徐州市第三十四中学(221116) 刘娜娜

物理是一门以实验为基础的学科,兴趣是最好的老师,通过实验能够激发学生学习的兴趣。学生亲自动手实验,观察物理实验,体验科学探究的过程,让学生喜欢物理,热爱科学。学生在课堂上汲取了一定的理论知识,再通过自己动手实验,能够加深印象,对自己所学习的知识有个充分的理解,在实验中,发现问题,锻炼自己独立思考和解决问题的能力。

1 实验的要求与意义

通过小孔成像的实验,知道小孔成像与小孔形

状无关。知道像的清晰度、明亮程度与哪些因素有关。知道像的大小与什么因素有关。学生通过动手实验,能够培养学生在日常生活中,对一些物理现象的观察和概括能力,培养学生的动手实践探究能力。

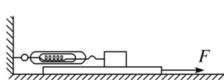
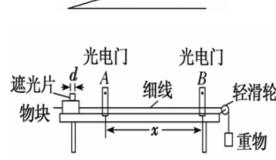
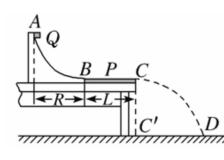
2 教材实验的不足

2.1 小孔的孔径小

苏科版物理教材上在探究小孔成像的实验中,实验用品是1根蜡烛和2块纸板。在每块纸板上画出2条对角线,在对角线的交点处用针戳出1个小孔,然

(2) 几种测定动摩擦因数实验的创新与拓展方案(见表4)

表4 几种测定动摩擦因数实验的创新与拓展方案

实验图示	创新与拓展
	将研究运动的物体转化为研究静止的物体,利用 $F_{\text{弹}} = F_f = \mu F_N$ 求 μ 。
	让物块先做加速运动,当重物掉到地面上之后物块做匀减速直线运动。减速运动中,利用逐差法求加速度,利用 $F = \mu mg = ma$ 进一步求 μ 。
	将动摩擦因数的测量转化为角度的测量。利用 $a = g \sin \theta - \mu g \cdot \cos \theta$ 求 μ (a 通过逐差法求解)。
	将动摩擦因数的测量转化为加速度的测量。利用 $v_B^2 - v_A^2 = 2ax$ 和动力学知识可得: $\mu = \frac{mg - (m+M)a}{Mg}$
	将动摩擦因数转化为速度测量,并营造多过程切入水平滑动情境。 $A \rightarrow B$ 过程中,机械能守恒; $C \rightarrow D$ 过程中,物块Q做平抛运动; $B \rightarrow C$ 过程中,只有摩擦力对物块Q做功,利用 $W_f = E_{kC} - E_{kB}$,进一步求 μ 。

5 小结

总之,实验创新与拓展表现在以下3个方面:

①实验方法的迁移,即将基本的实验方法和物理原理合理迁移,设计出测量不同的物理量、探究不同问题的实验方案,教材中所学过的物理规律、物理公式中只要含有某一物理量,则该规律、公式就可作为研究或测定该物理量的原理基础而进行相应的实验方法设计;②实验数据处理方法的创新与拓展,如数据探究性实验主要是通过实验提供的数据信息,分析各数据中的内在联系,找出数据中所包含的物理规律,常用的数据处理方法有平均值法、图像法、逐差法、比较法等;③熟练掌握基本器材使用方法、实验原理、实验步骤、数据处理以及误差分析的同时,应着力领悟实验的设计思想、所运用的科学方法、规范的操作程序,并从实际出发做合理的变通和创新改进,通过改变实验目的和要求、实验控制的条件、实验仪器等方法,以培养学生运用实验的思想方法和设计创新实验的能力。

后将2块纸板上的2个小孔置于一条直线上,通过蜡烛发出的光上下或左右移动发光物体,观察成像情况。但是在学生观察小孔成像的实验中,实验现象不明显。通过师生讨论,得知原因是由于小孔的孔径太小。本身蜡烛的光源又非常微弱,通过小孔的光线很少,又是白天做实验,实验效果不明显。

2.2 成像不清晰,光源不合适

在学习光沿直线传播这一知识点时,教材是通过小孔成像说明光沿直线传播。但做这个实验时,往往是在白天,本身光源亮度弱,白天做实验,成像不清晰。而且用蜡烛作为光源,蜡烛烛焰极易晃动,也会对实验造成影响,导致成像不清晰。在观察过程中,只能观察到小孔所成的像是上下颠倒的,并不能说明左右相反的特点,并且在观察小孔成像的特点中,会发现蜡烛越烧越短,这与控制变量法相违背。因此,在小孔成像的实验中选择一个合适的光源,光源亮度强并且能够说明所成的像是左右颠倒的,也是本实验需要解决的问题。

2.3 可视性差

在观察成像特点时,由于实验器材空间的问题,并不能做到让本组的学生一起观察实验效果,只能逐个学生观看,浪费时间,可视性差。

2.4 离光源太近,伤害眼睛

安全问题需要解决,每次观察时,学生离光源太近,光直射学生的眼睛,对学生眼睛有一定的伤害。

3 教具制作

为了解决上述问题,使实验现象更加明显,笔者创新自制了以下实验教具。

3.1 自制“F型”光源

自制“F型”光源(如图1所示)选用28个LED灯利用烙铁焊接而成。在制作过程中,可以选用5 mm的LED直插式小灯珠,然后将这些小灯珠插在电路板上焊接而成。将“F型”光源粘贴在暗箱中,相比较蜡烛而言,光源亮度是足够的。自制光源的亮度高,且尺寸远远大于小孔的孔径,因此能保证小孔成像的清晰度和亮度。如果想增加实验的趣味性和直观性,LED灯的光源颜色可选取不

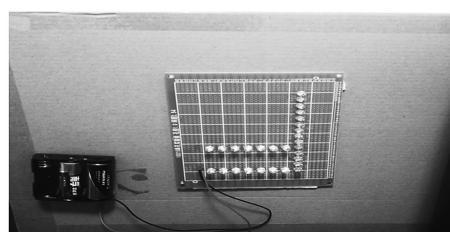


图1 自制“F型”光源

同的颜色,这样能很好地体现小孔成像是上下颠倒左右相反的实像,并且增加实验的趣味性。

3.2 自制暗箱

因为小孔成像时,小孔的孔径比较小。实验过程中,能够通过小孔的光较少,成像时亮度不高,因此在平常光照的条件下,我们不容易观察到清晰的像。为了增强光源的亮度以及解决背景光的问题,需要制作暗室。自制的小孔成像综合演示仪如图2所示,3个长方体盒子a、b、c,a盒和b盒套在一起,a盒封死的一面粘贴有光源,拉动a盒改变物距,b盒和c盒套在一起,b盒上粘贴可改变形状和大小的小孔转盘,c盒上粘贴有白板,改变c盒改变像距。这样将整个实验装置用盒子封起来,就能很好地解决了自然光照干扰的问题,同时能够缓解观察者在较亮的环境中观察较暗景物时的不舒适感,因此成的像会更加清晰。

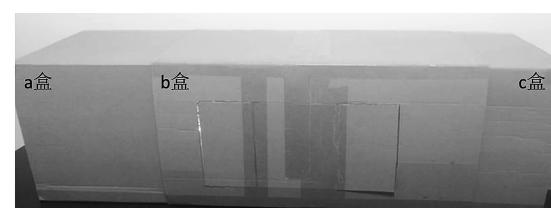


图2 自制小孔成像综合演示仪

3.3 自制激光报警器

自制激光报警器需要的材料由蜂鸣器、发光二极管、三极管、100 Ω 电阻、502可调电阻以及光敏电阻、开关、4.5 V电源、电烙铁等焊接而成,注意焊接过程中三极管基极(B)、发射极(E)、集电极(C)引脚的区分,焊接电路图如图3(a)所示。

制成功的激光报警器,如图3(b)所示。当像呈现在光屏上时,将激光报警器放于光屏处,观察者不仅可以看见LED灯发光所成的像,还可以听见自制激光报警器报警发声。使整个实验更具有趣味性,同时并且更好地说明是LED灯所呈的像,使实验更有说服力。

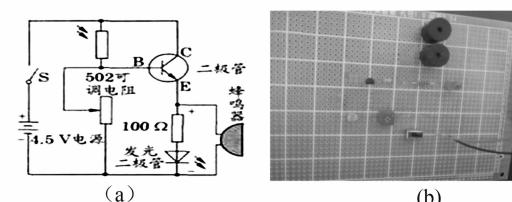


图3 激光报警器

3.4 小孔成像转盘

将小孔成像的转盘(如图4所示)粘贴在b盒上,转盘上带有可变小孔,既可以改变孔的大小又

可以改变孔的形状。既可以用来探究小孔成像的亮度与清晰度之间的关系,还可以探究小孔成像与小孔形状之间的关系。

4 小孔成像演示仪的实验过程

4.1 探究小孔成的像

将自制的“F型”光源放在自制的暗室内,观察小孔成像(如图5所示),此时,将自制的激光报警器放置于成像处,成像时,激光器报警,吸引学生的注意力,同时便于寻找像的位置。从图5可看出成像是倒立的实像。



图4 小孔成像转盘



图5 小孔成像实验

4.2 小孔成像所成的像的形状与孔的形状的关系

实验中,改变小孔的形状,由于小孔特别小,后排学生观察不清楚,利用希沃授课助手实时将实验装置同屏到投影仪上。实验过程中,改变小孔的形状,观察成像情况(如图6所示)。

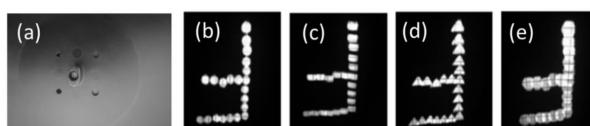


图6 不同形状的小孔所成的像

4.3 小孔成像所成的像的形状与孔的大小的关系

实验中,改变小孔的大小,由于小孔小,后排学生观察不清楚,利用希沃授课助手实时将实验装置同屏到投影仪上。实验过程中,改变小孔的大小,观察成像情况(如图7所示)。

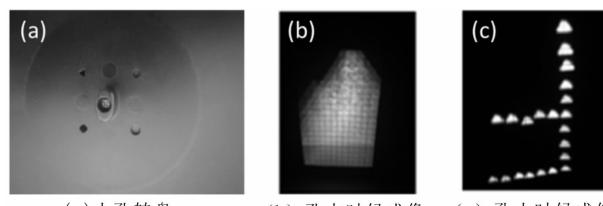


图7 不同大小的孔所成的像

4.4 小孔成像所成的像的大小与什么因素有关

探究像的大小与物体到小孔距离的关系,使用“F型”光源和圆形小孔,增大物体到小孔的距离,观察光屏上的像。

探究像的大小与像到小孔的距离的关系,使用

“F型”光源和圆形小孔,增大像到小孔的距离,观察光屏上的像。

4.5 实验结论

- (1)小孔成像成的是倒立的实像。
- (2)小孔成像像的形状与小孔形状无关。
- (3)孔小,亮度弱,清晰;孔大,亮度强,模糊。
- (4)小孔成的像大小变化与物距和像距有关。

5 小孔成像演示仪的优点

(1)为了增强光源的亮度,小孔成像综合演示仪做了三方面的努力。一是增加光源本身的强度,自制的“F型”LED灯强光源,使透过小孔的光更多,成的像更加清晰,并且采用多种颜色的LED灯能够增加整个实验的趣味性。“F型”光源能够很好地实现左右颠倒,学生能够更好地观察成像特点。二是使用暗箱,减少背景光的干扰,书中小孔成像的实验是在较亮的环境中进行的,学生看到的实验现象并不是太明显,而自制的小孔成像综合演示仪使整个实验在暗箱环境中进行,避免了白天背景光的干扰,间接增强了光源的亮度,使整个实验现象更加直观。三是自制小孔的孔径。由于光源远比小孔孔径尺寸大得多,所以成的像也更加清晰更加亮。

(2)光源稳定。“F型”光源相比较蜡烛而言,可以在不同的环境下观察成像的特点,并不会随着时间的推移,光源而有所变化。蜡烛的烛焰会飘动,而“F型”光源并不会随之飘动,影响实验。

(3)通过小孔成像演示仪,不仅能在白屏上观察到所成的像是实像,而且通过转盘,还可探究小孔成像与孔的形状有没有关系?探究像的清晰度、明亮程度与哪些因素有关?探究像的大小与什么因素有关?

(4)利用手机APP软件(希沃授课助手)同屏,放大实验现象,解决了后排同学看不清楚实验现象的问题。

(5)趣味性强。自制激光报警器,八年级的学生在以往的学习中并没有接触到蜂鸣器,当有光照射到光敏电阻上,蜂鸣器报警,发出声音。使学生感到很新奇,增加实验的趣味性。

6 实验操作简单

学生操作容易,只需要简单改变物体到小孔的距离,光屏到小孔的距离以及改变转盘上小孔的形状和大小,即可研究小孔成像的特点,可推广使用。

自制教具

自制做功改变物体内能的数字化演示仪

广东省湛江市第二中学霞山校区(524002) 谭振兴

安徽省庐江县龙桥镇初级中学(231551) 刘信生

1 传统实验存在的问题

做功改变物体内能实验是初中物理教学的重点实验之一。因为内能是初中热学部分的核心概念,对后面的热机和比热容知识的学习起到至关重要的作用,因此内能大小决定因素的研究和改变物体内能两种途径的实验探究对初中学生继续学习热学知识的作用不可小觑。沪科版初中物理第13章第1节“物体的内能”中改变物体内能途径的教学,一般的课堂教学,首先引导学生依据思维的可逆性建立做功改变物体内能的两条路径:外界对物体做功,物体温度升高内能增加;物体对外界做功,物体温度降低内能减小。传统的课堂教学中通常安排“空气压缩引火仪”演示实验:在配有密闭活塞的厚壁玻璃筒中放入一小团硝化棉,迅速向下用力压活塞,通过观察硝化棉的前后变化情况,引导学生分析实验过程,得出使用外力压活塞内的气体,对筒内气体做功,瓶内空气内能增大且温度升高,产生着火点较低的硝化棉被点燃的现象。说明外力对物体做功,物体的内能增加。这个传统实验通过硝化棉是否燃烧,较好地定性显示筒内空气被压缩前后内能的变化。但是现实生活中学生对硝化棉的特点没有感性认识,实验室里也不易找到;每次实验时都要用较大力气且在较短的时间内向下压缩活塞,力气小的学生无法完成,无法保证每次压缩活塞一定能将硝化棉点燃;硝化棉的燃烧时间很短,实验现象不易捕捉;教师在讲台上演示时教室后排的学生很难看清楚,这些都是实验的缺陷。物体对外界做功的实验,教材中虽然没有具体的安排,教师通常用打气筒对装有少量液体水并带有软橡皮塞的厚玻璃瓶内充气,直到瓶内的气压能够将

橡皮塞顶起,使之突然“弹跳”起来(俗称“蹦塞”),这时候瓶内和瓶口出现“白雾”现象,依据过程中“白雾”的产生,师生通过逆向推理解释现象。当高压气体对外界(橡皮塞)做功,整个瓶内的内能减小且温度降低,瓶内水蒸气遇冷液化成小水滴(白雾)。但是有一部分学生却认为,瓶内被压缩、较高温度的水蒸气通过“蹦塞”后,在瓶外的空气中遇冷液化成小水滴,而不是水蒸气自身在瓶内遇冷液化成“白雾”。所以,该实验现象使学生对物理过程产生了理解上的障碍,弄不懂实验的真相到底是什么。笔者在教学过程中,将数字化实验融入到传统实验中,将这两个操作融合在一个装置中,使整个实验过程实现“可视化”,实验数据实现“量化”的优势。

2 创新实验装置及其制作

2.1 制作材料

5 L色拉油塑料瓶1个,自行车内胎气门芯、打气筒各1个,50 cm长的PVC阀门开关、PVC直管(直径20 mm)、带有直角弯头的PVC管各1个,普通温度传感器(带有温度探针)、数据采集器、笔记本电脑、铁架台各1个,硬质A4纸1张,塑料焊枪、胶棒枪各1把,细木条、木块、方木板各1块,打火机1个,细铁丝1根,剪刀1把等。

2.2 制作过程

(1)取5 L色拉油塑料瓶1个、自行车内胎气门芯1个,用打火机灼烧准备好的细铁丝,将烧红的铁丝在塑料瓶靠下的侧面烫个小孔,随后将气门芯上的紧固螺丝旋下后从瓶口放入塑料瓶内(气门芯后端有一较大的垫片),轻轻转动瓶身,让气门芯从里面穿过来,再旋上紧固螺丝,使用胶棒枪的热

熔胶进行缝隙密封。

(2)用通电发热的塑料焊枪将PVC阀门开关的一端同带有直角弯头的PVC管连接起来,另一端焊接一截PVC直管,将弯头一端插入塑料瓶口,再用胶棒枪的热熔胶将管子和瓶口之间的隙缝密封好,同时用热熔胶将塑料瓶底部和方木板固定在一起,目的是防止塑料瓶重心不稳而倾倒。

(3)用烧红的细铁丝在塑料瓶的上段侧面烫个小孔,将普通温度传感器的温度探针斜插入瓶内,再用热熔胶密封好孔隙。用铁架台固定好传感器设备,用数据线将数据采集器与之相连,再将采集器接入装有数字化软件的电脑上。

(4)用A4纸和剪刀制作1个风车模型,用大头针将风车固定在带有木块底座的细木条顶端备用。

3 创新教具使用方法

3.1 演示外界对物体做功,物体温度升高内能增加实验

(1)依据从左到右、从下向上的组装方法组装好实验装置,如图1所示。

(2)首先打开瓶口的塑料阀门开关,沿管口滴入几滴酒精(为下一个实验做好准备),再关闭塑料阀门。

(3)让学生将打气筒充气嘴夹住气门芯孔部,通过气门芯向塑料瓶内打气来检验瓶子的气密性。

(4)发现装置密闭完好后,用鼠标双击打开电脑桌面的数字化软件系统,屏幕显示塑料瓶内空气的实时温度,用力向瓶内快速打气,空气会源源不断被充入瓶内。

(5)引导学生观察电脑屏幕上的温度示数,发现示数在逐渐增大,说明塑料瓶内的空气温度在不断地上升。

(6)师生互动交流得出结论:外界对物体做功,物体温度升高,内能将增加。

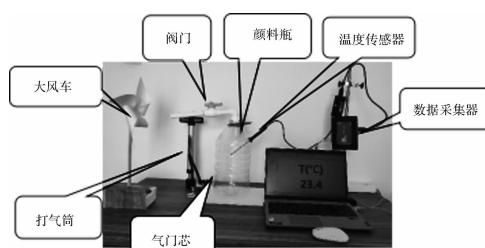


图1 做功改变物体内能数字化实验装置

3.2 演示物体对外做功,物体温度降低内能减小实验

(1)在上一实验基础上,让学生停止用打气筒

打气,移动细木条支架上的纸风车,使其正对塑料瓶上的PVC管出气口备用。

(2)用手轻轻旋动塑料阀门开关,瓶内的高压空气从管口喷出,吹动风车转动,并且瓶内出现“白雾”现象。此时电脑屏幕界面上的温度示数开始迅速下降,并且下降到未打气时的初始温度(教室室内温度)以下。

(3)师生交流讨论:瓶内的压缩气体对外界做功(根据压缩空气推动风车转动现象来判断的),内能转化为机械能,瓶内的气体温度下降,内能将减小。

4 创新教具设计的特点

(1)将外界对物体做功,物体内能增加;物体对外做功,物体内能减小两个演示实验合二为一,提升了实验器材的利用率,减少了实验操作步骤,提升了实验效率。对实验装置进行了简化处理,装置所用的材料易得,实验过程受外界环境影响因素较小,稳定性增加,成功率高。该装置不但可以用作演示实验,不可以作分组实验和课外实践探究活动。

(2)整个实验操作节奏可以自由控制,可以让学生进行小组合作探究来完成。实验现象直观、明显,巧妙应用学生身边的玩具(大风车),亲切感十足,容易让学生产生共鸣。

(3)将信息化技术与传统实验融合在一起,是该实验的最大亮点。通过温度传感器的巧妙使用,使整个实验由原来的定性探究变成定量探究。通过数字化软件系统实时读出物体的温度,并通过高清数据线与教室的多媒体屏幕连接,让全班学生“一睹为快”。并且可以使用软件的设置功能,在显示温度的同时自动描绘出整个实验过程中的温度—时间图像(如图2所示),使实验过程实现“可视化”,便于学生得出科学的实验结论。

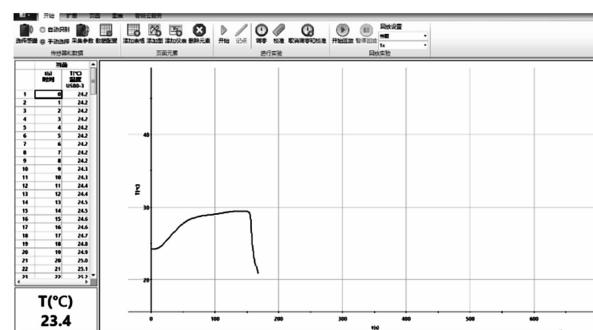


图2 外界对气体、气体对外界做功的温度变化图像

自制教具

齿轮传动系列创新实验教具的开发研究

广东省中山市三乡镇新圩小学(528463) 练海燕

一般的机械结构总是由许多零部件通过不同种类的结合部联结而成,而齿轮则是机械结构中的重要部件之一,利用齿轮制造的传动机械在生活、工业、国防等方面起着举足轻重的作用。《小学科学课程标准》要求小学生:①观察常见的传动装置,了解其作用;②通过探究知道齿轮传动的特点,并注意观察生活中的带传动和链传动。

目前在以“齿轮传动”为代表的常见的机械传动装置的教学中,存在一些问题。第一,尽管生活中普遍存在着齿轮传动装置,如闹钟、电脑光驱、汽车变速器、变速马达等,但是学生普遍没有细致地观察过这些齿轮传动装置,更别提拆开这些传动装置,观察其内部结构。第二,生活中普遍存在的这些齿轮传动装置并不能被直接应用于教学,一方面是因为这些齿轮传动装置普遍较小,实验演示效果不明显;另一方面是因为这些齿轮传动装置普遍较为复杂,在新授课的过程中难以被学生接受。

可见,目前关于传动装置的教具存在实验效果不直观、实验改装性差等问题。笔者自制了一系列齿轮传动教具,贴合一线教学,实现了系列化、直观化、多功能化、可拆卸等特点。结合齿轮传动的系列实验教具资源开发与运用,谈一谈笔者的几点思考。

1 齿轮传动的系列实验教具开发的意义

1.1 给予学生丰富的感性认识

观察和实验是科学探究产生和发展的基础,实验在科学教学中的作用自然不言而喻。针对齿轮传动中各类问题,提供丰富、直接的感性认识,适应学生的认知层次,有助于学生更加深刻的理解抽象科学概念。

1.2 激发学生探究学习的兴趣

科学以其丰富多彩的实验为培养学生的学习

兴趣提供了条件。利用创新的教具创造有趣直观的科学现象,给予学生极大冲击力,能激起学生好奇心与求知欲望,让课堂生动而富有乐趣。在教学中融入现代机械技术,更能够让学生体会到现代技术与科学的发展息息相关,培养学生的科学探究和科学思考能力。

1.3 加强理论与实践的相结合

本文所述的创新教具原理清晰,操作简单安全,可让学生亲自动手操作,使学生在掌握教材内容的基础上,吸取实验经验和实际知识来充实自己对理论的理解,提高运用理论知识来解决实际问题的能力,从而掌握比较全面的知识体系。

1.4 提高了仪器的使用率,改善实验效果

利用本文创作的齿轮传动系列创新教具能够最大限度地在课堂上模拟齿轮传动的各类问题,密切贴合教学实际,现象明显,操作简单,而且实现了一物多用,极大地提高了教具的使用率,适用于多个教学内容,能让不同层次的学生挖掘出不同的科学知识。

2 齿轮传动实验原理

2.1 齿轮传动工作原理

当主动轮传动时,主动轮上的齿给从动轮上的齿一个力,这个力对从动轮的轴产生力矩,使从动轮转动(见图1)。

2.2 齿轮传动改变转速原理

相互啮合的两个齿轮,在相同的时间内,转过的齿数总是相等的。所以,两轮单位时间内转过的齿数也相等,因此有 $\frac{Z_{\text{主}}}{T_{\text{主}}} = \frac{Z_{\text{从}}}{T_{\text{从}}}$ 。接着利用转速等于周期的倒数的关系式,可以得到 $n_{\text{主}} Z_{\text{主}} = n_{\text{从}} Z_{\text{从}}$,因此可以得到两齿轮转速的关系,即传动比

$$i = \frac{n_{\text{主}}}{n_{\text{从}}} = \frac{Z_{\text{从}}}{Z_{\text{主}}}.$$

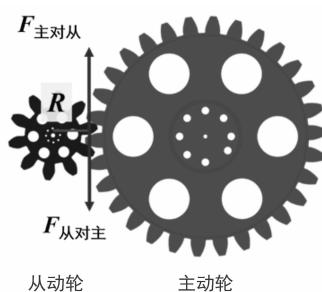


图1 齿轮传动工作原理图

由传动比公式可以发现,相互啮合的两个齿轮能够根据齿数不同而获得不同的转速,齿数多的转速反而小。

2.3 齿轮传动改变转动方向原理

齿轮传动除了能改变转速大小,还能改变转动方向。平行轴传动中,若两轮外啮合,则能在同一平面内改变转动方向(如由顺时针变为逆时针);齿轮齿条传动中,能将转动变为平动;相交轴、交错轴传动能在不同平面内改变转动方向。

3 自主开发的齿轮传动系列实验教具

3.1 实验教具装置图

实验教具装置图如图2~5所示。

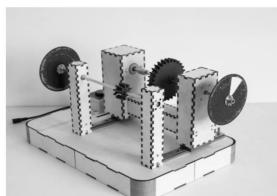


图2 自制砂轮切割机模型



图3 多功能齿轮传动探究装置

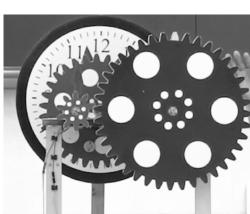


图4 时钟模型



图5 修正带模型

3.2 实验教具特点及用途

3.2.1 自制电动砂轮片切割机模型

设计意图:为了模拟真实砂轮切割机的运作过程,引出通过齿轮能提高转速的作用,创新设计了一组由同一个电机驱动的两台自制砂轮切割机,可以实现以下两方面的作用:

(1)用途一:导入新课

一台切割机的砂轮片a直接由电机带动;而

另一台切割机的砂轮片b安装在滑动轨道上,通过滑动轨道可以将电机驱动的大齿轮与砂轮片b上的小齿轮啮合,从而带动砂轮片b转动。真实的砂轮切割机也是用类似的原理来将钢筋切断的,借助自制的砂轮切割机,直观化了其工作原理,学生一目了然。但同时也会产生好奇:“为什么加了齿轮来驱动后就提高了带有小齿轮的砂轮转速呢?齿轮之间是怎样改变转速的呢?”带着问题,顺势进入本节课的学习。

(2)用途二:引出齿轮传动的定义

通过滑动轨道可以将电动机移动到不同的位置,一方面可以实现两个齿轮的啮合与不啮合两种状态,另一方面可以区别主动轮与从动轮,在明确主动轮、从动轮、啮合等概念的基础上可以引出齿轮传动的定义。

3.2.2 多功能齿轮传动探究装置(见图6)

设计意图:为了更直观有效地探究齿轮传动的特点,制作了此多功能齿轮传动探究装置。可以实现以下三方面的作用:



图6 多功能齿轮传动探究装置

(1)用途一:分析齿轮传动的工作原理

转动主动轮,可以观察主动轮是如何带动从动轮的,从而得出齿轮传动的工作原理。

(2)用途二:探究齿轮传动速度的关系

①我们在齿轮的齿上标了数字,便于学生准确地数出两齿轮转动时各自转过的齿数。转动主动轮,观察两轮啮合部分的轮齿,发现两轮转过的齿一一对应。接下来从齿数过度到圈数,引导学生根据齿轮转过的齿数一一对应的情况,推测大齿轮转过一圈时,小齿轮转过几圈。

②由于驱动主动轮时,小齿轮的转速很快,学生难以准确数出其转过的圈数。因此,笔者借助了树莓派及霍尔传感器,通过感应初始齿轮上的磁铁来完成齿轮转过圈数的读取。

(3)用途三:探究齿轮传动中的方向关系

转动主动轮,观察两轮的转动方向,可以发现两轮的转动方向不同。

信息技术与学科融合

TPACK 理论框架下中学语文 PBL 教学模式设计

澳门城市大学教育学院(999078) 许泽海 何彦雨

1 引言

2006年,美国密歇根州立大学的密舒拉和科勒教授正式提出了整合技术的学科教学法知识(TPACK)。构成TPACK的三个核心要素分别是学科内容知识(CK)、教学法知识(PK)和技术知识(TK);三个核心要素相互作用,从而形成四个复合要素,即学科教学知识(PCK)、整合技术的学科内容知识(TCK)、整合技术的教学法知识(TPK)、整合技术的学科教学知识(TPACK)。TPACK的理论框架要求教师在综合考虑各要素的基础上,根据具体的教学情境需要,与具体学科融合,设计恰当的教学方案,有效地把技术整合到教学设计中。

PBL教学模式是以问题为基础、以学生为中心的教学模式。它以问题引导学生学习,并通过学生相互合作、相互探究来达到解决问题,从而建构学生的科学知识,最终形成自主学习能力与提高问题解决技能。在中学语文教学过程中,PBL教学

模式对于引导学生掌握语文知识与技能、培养自主学习能力、提升发现与解决问题内驱力方面具有非常重要和深远的作用。本文基于TPACK理论框架,以《荷塘月色》为例,从TPACK各要素出发对中学语文PBL教学模式进行了整合与设计。

2 建构TPACK理论框架下中学语文PBL教学模式

本文对TPACK的要素进行分析,探究TPACK理论框架下中学语文PBL教学模式的建构,推动信息技术与语文学科的深层次整合。框架如图1所示。

2.1 核心要素分析

2.1.1 学科内容(CK)分析

语文课程是一门学习祖国语言文字运用的综合性、实践性课程。工具性与人文性的统一,是语文课程的基本特点。《荷塘月色》是朱自清先生散文代表作之一,通过PBL教学模式,可以激发学生的学习动力,让学生在探究中品味文章的结构美、

基金项目:中央电化教育馆—英特尔“智能互联教育项目”2019年度立项课题“基于人工智能的课堂教学行为分析评价指标的构建研究”
(项目编号:190301)

3.3 多功能齿轮传动探究装置(拓展探究——时钟模型)

设计意图:在原有齿轮传动探究装置的基础上,加装两个齿轮,四个齿轮分成两组,一组实现3:1的传动关系,另一组实现4:1的传动关系,两组之间通过联轴器连接,最终实现12:1的传动比,即实现了手表分针和时针的转速关系,同时直观地演示多级齿轮传动是如何改变转速的。

3.4 齿轮传动与带传动——修正带模型

设计意图:通过模拟放大直观化了的修正带的工作过程,使用过的修正带会被卷回修正带的盒子里。同时体现了齿轮传动与带传动的应用。

4 结束语

尽管生活中普遍存在着齿轮传动装置,但由于这些齿轮传动装置结构设计的特点并不能被直接应用于教学。本次创新的齿轮传动系列教具,贴近一线教学,具有系列化、直观化、多功能化、可拆卸等特点。现象明显,操作简单,而且实现了一物多用,极大提高了教具的使用率。以其直观有趣的科学现象,给予了学生极大的视觉冲击,能够很好地激起学生的好奇心与求知欲望,让我们的课堂更加有趣生动而高效。

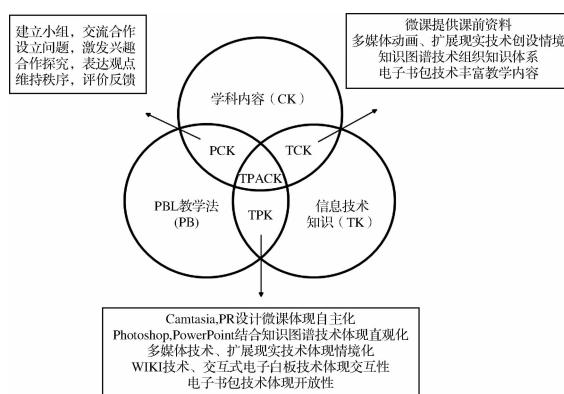


图1 TPACK理论框架下中学语文PBL教学模式

文辞美、形象美、情感美。学习散文描写中借景抒情、情景交融的表现手法,体会作者淡淡的喜悦与哀愁,感悟在那个黑暗的时代作者想寻找安宁但又不可得,幻想超脱现实但又无法超脱的复杂心情,达到促进学生语文核心素养的发展目标。

2.1.2 教学法(PK)分析

PBL教学法注重学生知识与能力相辅相成,使学习成为增强学生综合能力的过程。在教学过程中教师起到引导作用,通过设置一系列问题,循循善诱,点拨学生解决问题,最后给予适当的评价。其中,学生作为学习的主体,不再被动地接受来自教师的知识灌输,而是通过建立小组进行合作探究,主动学习新知识。总之,PBL是一种以问题为导向,以学生为中心,以小组合作为具体形式,提升学生掌握与运用知识的能力的一种教学法。

2.1.3 信息技术知识(TK)分析

TPACK理论框架下的信息技术知识囊括了教师对数字化教学资源的获取、处理能力,数字化教学设备的使用能力,对技术元素的认知能力和信息化教学实施能力。教师需要利用数字化教学设备开展有效学习,进行课前导入、课中探讨、课后作业等一系列教学活动。教师在教学过程中可以通过与学生互动不断地改进、充实信息技术知识,构建社会化的信息技术环境,更好地实现资源优化和共享使用。

2.2 复合要素分析

2.2.1 通过PBL教学法建立中学语文教学知识(PCK)

PCK要素要求教师能够迅速在具体教学内容和教与学方法之间建立关系。语文教学不仅要让学生学会基本的语文知识,还要让每一位学生体会到语文学科的人文关怀。《荷塘月色》作为借助自然景物反映作者审美情趣和人生感悟的散文,需要教师将PBL教学法与语文教学相结合,调动学生的学习兴趣,帮助学生由消极阅读方式向积极阅读

方式转换,将单一的文本阅读上升到欣赏的层面,逐步启发,从而探究课文中蕴涵的人文情感。

将PBL教学法与《荷塘月色》教学实践结合,首先需要建立小组。PBL教学法指导下小组探究形式有利于学生在平等、轻松的氛围中学会交流与合作,培养团队精神和一定的组织活动能力,形成具备全球化时代所需要的交往能力。其次设立问题,激发兴趣。PBL教学法的关键是提出问题,注重激发学生的兴趣。课前可以通过提问学生对作者及课文的知晓程度,让学生初步对《荷塘月色》的主题内容进行感悟。课中设立问题群进行探究,如设置问题探讨课文的结构美、文辞美、情感美。同时应准备课后问题,对课堂进行拓展延伸。问题的设置还需要为学生解决问题提供有利的情境,帮助学生实现知识的迁移、生成与输出。最后引导小组合作探究,表达观点。在此过程中教师需要鼓励学生勇于尝试、各抒己见,帮助学生围绕文本和提供的资料形成观点。同时注意保证课堂教学的秩序,并且在小组表达观点后教师及时进行评价反馈,帮助学生查缺补漏。教师在此过程中既是引导者,也是监督者和评价者。

2.2.2 信息技术知识融合学科生成中学语文教学内容(TCK)

TCK要素要求教师选择合适的信息技术融合学科,发掘所要教授的知识内容。在中学语文课程中,教师要针对所授的具体内容知识,思考哪种技术能更直观形象地帮助学生理解作品背景、情境等,哪种技术可以更清晰明了地展示教学内容,突出教学重难点,帮助学生更好地掌握知识。在文学作品的品读中,需要注重“知人论世”,因此可在课前通过微课提供资料帮助学生了解作品背景。教师在引导学生感受《荷塘月色》的形象美时可创设情境,考虑使用多媒体动画演示、扩展现实技术(XR)为学生提供完全沉浸式的学习体验,帮助学生能身临其境地感受荷花、荷叶、月色图。课程的总结时,运用知识图谱技术帮助学习者系统地查看学科知识,直观演示、呈现知识点,有效地组织学科知识体系。电子书包在拓展延伸环节为学生提供丰富的主题阅读网络资源,丰富教学内容。充分利用信息技术来有效地表现、生成学科知识,才能拓展教学内容的深度与广度。

2.2.3 建立信息技术协作下的语文PBL教学策略与活动(TPK)

TPK要素要求教师开展信息技术协作下的教学活动。技术知识与教学法知识的整合并不是简单叠加,教师需要具备完善的设计,悉知信息

技术的调整作用和使用时机,根据教学需求进行两者平衡,达到技术与教学法取长补短的目的。《荷塘月色》一课的教学中,可供运用的技术及软件很多。在技术整合过程中,教师要充分了解各个技术的操作及优势,以便使用技术体现以下五种特征。

①自主化,微课在传递特定的知识内容时有着自身的优势与内涵,通过Camtasia,PR设计微课,引导学生课前自主学习;②直观化,熟悉Photoshop的运用以及PowerPoint制作方法,结合知识图谱技术,建立起知识点间关系,通过图像直观地表达比较抽象的知识;③情境化,运用多媒体技术、扩展现实技术可以有效扩大实践学习的范围,提升高触感的学习体验,帮助创设优美情境,引导学生感受散文情景交融的艺术特色;④交互性,WIKI协同写作技术以及交互式电子白板为实现从“以教师为中心”向以“学生为中心”的变革提供了重要支撑,教

师可发起的师生对话形式更具多元化;⑤开放性,基于电子书包的课堂教学资源更加丰富,教师依托电子书包平台提供丰富的与所授教学内容相匹配的资源与媒体,满足学生知识需求,以培养学生开放的视野建构知识。

2.2.4 整合技术的中学语文学科PBL教学知识(TPACK)

TPACK框架下的语文教学模式并非将几个元素简单相加,教师在教学过程中也不仅仅是将技术叠加入学科知识和教学法中,而是要综合考虑学情、教学目标来安排教学环节,针对不同的知识配合信息技术,关注教学中的“问题导向”因素,促进学科知识、教学知识和信息技术知识协同作用,有效开展教与学活动,帮助学生达成教学目标。笔者整合技术的中学语文学科PBL教学知识(TPACK)见表1。

表1 整合技术的中学语文学科PBL教学知识(TPACK)

	教师活动	学生活动	信息技术	活动成果
课前导入	指导学生成立小组。	建立小组,分工合作。		改进教学方式和学习方式,学生形成团队精神和合作意识。
	提供资料,鼓励学生分享对作者及课文背景的了解。	通过资源库搜集资料。	电子书包	以生为本,激趣乐学。
	播放微课,展示朱自清生平以及文学界对《荷塘月色》的评价。	理解作品背景。	Camtasia PR 微课	解读背景,知人论世。
初步感知	引导学生画出朱自清先生的足迹图以及思绪图,并标出情感变化。	学生默读课文并进行小组协作,呈现绘图成果。	WIKI协同写作技术 交互式电子白板 PowerPoint	感知课文内容,梳理文章脉络,领悟结构美。
	设置问题:《荷塘月色》这一文章名是偏正结构还是并列结构。	学生结合图画默读课文,进行小组讨论。	Photoshop PowerPoint	提高整体理解能力。
	布置任务:①文中“总该另有”“悄悄地”“虽然月光也还是淡淡的”等去掉后表达效果会有什么变化;②整理文中所运用的修辞。	小组带着任务去阅读课文,并讨论共同完成两个任务,理解课文。	PowerPoint WIKI协同写作技术 交互式电子白板	培养学生阅读归纳能力,领悟课文文辞美。
深入研读	播放音频,展示荷花、荷叶、月色图,引导学生分析文中描写了哪些景物,指导学生体会其中蕴涵的作者情感。	欣赏境意,感受氛围。	多媒体动画 扩展现实技术(XR) 交互式电子白板	创设情境,帮助学生获得沉浸式学习体验,领悟课文形象美,探究文章情感美。
	梳理课文脉络,归纳散文情景交融的艺术特色,总结知识点;对小组进行评价反馈,鼓励学生举一反三。	回忆知识点,讨论本节课的知识内容,提出疑问。	PowerPoint 知识图谱技术 交互式电子白板 互动讨论区	教师板书加深学生印象,帮助学生有效地建立知识逻辑结构,巩固知识。
	拓展提升 组织学生搜集相关的诗词歌赋。	分享小组体会到的中华民族特有的审美情趣。	电子书包	培养学生发散思维,促进知识的迁移。

3 总结与展望

综上所述,在深化教育改革的背景下,以TPACK框架下PBL教学模式进行教学可以彰显“以生为本”的教育理念,实现面向学生的自主、合作、探究式学习,提高教学效率,促进学生语文核心素养的发展。如今,语文学科内容、PBL教学法和信息技术在不断地发展变化,在进行TPACK框架

下的语文PBL教学模式设计时,可供探讨和发掘的空间还很多。因此,继续进行TPACK框架的研究,科学有效地将TPACK框架应用于多种形式的语文PBL教学设计实践中,进行整合技术的语文学科教学以期改变传统教学模式是广大教师队伍所要关注的重点。

信息技术与学科融合

实验教学与信息技术的融合创新

江苏省徐州市西苑中学(221000) 杨 涛

1 问题的提出

2019年教育部发布了《关于加强和改进中小学实验教学的意见》，意见指出：“开齐开足开好国家课程标准规定实验，切实扭转忽视实验教学的倾向；拓展创新，不断将科技前沿知识和最新技术成果融入实验教学，丰富内容，改进方式；注重实效，强化学生实践操作、情境体验、探索未知、亲身感悟和创新创造。”可以看到，随着新课改的深入，实验教学对物理教学的重要性越发凸显出来。同时，实验教学也逐渐发展成为落实学科核心素养的有力抓手之一。

遗憾的是，在实际教学中，受制于诸多因素，不少教师对实验教学虽有一定认识，但往往轻于实践。即便付诸行动，也多局限于照搬教材、照本宣科。大部分教材实验固然很好，但考虑到教材编写专家与学生在年龄阅历和认知水平等方面的巨大差异，在设计实验之初，无论怎样严格地遵循中学生的认知心理，也难免出现“子非鱼，所思鱼之惑，非鱼之真惑”的情况。因此，有些教材实验，需要教师根据实际学情以及学生当前的认知水平，进行优化或创新。

有些物理概念和科学规律，教材中缺少相应的实验支撑，教学中也没有可供课堂直观演示的教具。仅靠教师的口头陈述或者阅读书本上现成的结论，没有说服力。这些抽象的物理概念和规律，未经过感性认识和思维的加工，直接上升为抽象的理论，使得逻辑思维较弱的中学生，难以认识复杂的科学世界，掌握其中的规律，造成了物理难教又难学的被动局面。此外，还有部分演示实验，由于可视化程度不高、现象稍纵即逝或者发生的过程极其缓慢，导致学生看不清，甚至看不见，而难以真正地融入到探究活动中来，久而久之便成为课堂里的局外人。

2 信息技术助力物理实验教学的实践案例

2.1 信息技术助力物理概念教学显性化

在初中物理教学中，有相当一部分概念，因生

活中缺乏感性的体验，教学中又缺少直观的画面，而晦涩难懂。例如“声现象”教学中，在讲授“声音是一种波”时，笔者发现，即便教材使用了类比法，将声波与水波以及弹簧中的疏密波进行比较，但初学物理的中学生，依旧感到茫然。主要原因在于，学生看不见，也就想不到。然而，能够对声波进行直观显示的示波器，却不属于中小学实验室的标配仪器。为了消除学生的疑虑，帮助其在后续学习中，能够更好地从波形图上区别乐音与噪声、辨析乐音的三要素。笔者借助ipad以及Sonic Tools软件，进行了现场模拟，让每位学生都清楚地看到自己声音的波形。无须赘述，学生对于声音是一种波的说法，坚信不疑。与此同时，学生对如何利用手机或平板电脑，自主进行物理实验的探究，产生了极大的兴趣。如此一来，也能在一定程度上扭转手机对于中小学生的负面影响。

2.2 信息技术助力物理实验现象可视化

在观察“水的沸腾”实验时，既要看气泡，又要听声音，还得计温度，实验本身的操作难度就比较大。再加上实验时，烧杯小、水量少、气泡上升得快。按照常规操作步骤，很难清楚地观测到气泡上升过程中的大小变化。但借助iphone手机自带的拍摄慢动作功能，搭配希沃授课助手，就能完美解决上述问题。只要在实验过程中，对上升的气泡进行慢动作拍摄，通过希沃授课助手APP中的“手机屏幕同步”功能，将“行动迟缓”的气泡，投影至屏幕上，放大给学生观察，教师无需多言，学生一目了然。

摄制好的视频，还可重复播放、调节快慢、局部放大、截图对比，为学生自主分析水沸腾前后的特点，提供了极大的便利。当然，在沸腾前后，借助智能手机或平板电脑上的分贝计APP，更精准地测量声音的响度，用数据说话，听得到更看得到，减少因为人感觉的不可靠，得出“开水不响，响水不开”的错误结论，以致先入为主，难以纠正。

在上述实验中，还可以同步引入数字化信息系统实验室DISLab，将其中数字温度传感器与电脑

连接,设定好时间步长,对整个实验过程中的温度变化进行监测,获得更多组数据,并使用 Excel 或 Origin 软件进行处理,免去了不间断计时和反复测温的繁琐,获得的图像将更加真实平滑。数字温度传感器还能用于完美再现赫歇尔探究各种色光热效应的实验,以解决实验室的液体温度计精度较低,实验现象不够明显的问题。可见,信息技术的介入,确保了实验现象的完美呈现,让学生能够更加专注于对实验细节的观察,以及对实验现象和实验数据的理性分析。

当然,希沃授课助手的作用,并不局限于能够有效地提高物理实验现象的可视化程度。我们还能充分发挥其强大的交互性,将其应用到习题讲评课以及电学实验教学中。教师在授课过程中,用手机随时抓拍学生出现的共性、典型性问题或者不规范的解题步骤、作图细节以及电路连接的不当之处,实时投屏,让学生“相互找茬”、互相评价。使用 APP 中的画笔功能,现场勾画、分析原因、纠错订正。随后,再邀请贡献了典型范例的同学,使用 APP 中的颁奖功能,对同伴的讲评过程进行双向评价。

这样,既活跃了课堂氛围,调动了学生的积极性,提升了学生的课堂参与度,也培养了学生的语言组织及表达能力。同时,避免了仅有教师对学生,或者优等生对后进生的单向评价,让评价主体和评价形式日趋多元化,错题的讲解更具针对性和实效性。作为物理教师,我们应与时俱进,多探索、多研究、多学习、多应用,努力将各类信息技术与日常教学进行有机整合,拓宽它们的应用场景。尤其是在大数据、云计算、图文识别、机器学习、虚拟现实等尖端技术与教育行业日益融合的信息化时代,让技术为教育赋能,让物理课堂和实验教学体现出更多的科技元素,为学生开拓眼界的同时,不断提升物理实验教学的有效性。

2.3 信息技术助力物理实验设计别样化

案例 1: 学生在“研究气泡的运动规律”实验时,按照教材所给步骤进行实验,很难达到实验预期。究其原因:①气泡运动较快,时间测量难以掌控;②翻转 1 m 长的玻璃管,学生操作很不方便,且翻转动作引起的晃动,会对气泡运动产生影响。虽然很多研究者都对该实验进行了改进,但鲜有人给出便于教学的新方案。于是,笔者通过细心观察和反复实验,并对信息技术平台进行了有机整合,巧妙使用 PicPick 软件与升降式投影幕布,创新设计了可供课堂探究的匀速直线运动实验,如图 1 所示。

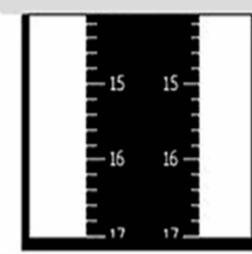


图 1 匀速直线运动的创新实验

案例 2: 在学习“大气压强的变化”时,教材直接给出了结论:“研究表明,大气压与海拔高度之间有一定关系。离海平面越高的地方,大气越稀薄,大气压越小。”缺少相应的实验探究过程和真实数据的支撑。而中学实验室里为数不多的气压计精度又低,不足以让每个学生亲测大气压强,并感受其随客观因素改变而产生的变化。对于相关结论,学生只能勉强接受,但心理上实难认同,不利于学科素养的落实。实际运用时,也常常记反。于是,笔者鼓励学生借助智能手机或 iPad 等终端设备,以及 Phyphox 或 Barometer 软件,同步调用设备内的 GPS 和高精度气压传感器,对相关结论加以验证。学生只要拿着手机,从 1 楼爬上 4 楼,海拔高度增加了约 10 m,就能看到软件页面上,大气压强减小了约 100 Pa,如图 2 所示。借此设备还能探究地理位置对 g 值的影响、磁体周围磁场的强弱分布等众多物理实验,如图 3 所示。



图 2 巧用手机探究气压与高度的关系

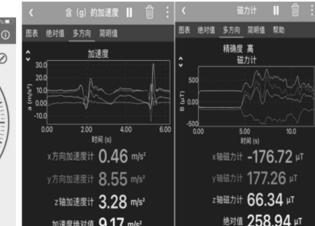


图 3 使用智能手机巧做物理实验

案例 3: 超声波和红外线在日常生活生产中应用极其广泛,但在学习这两块知识时,由于一个听不见、另一个看不见,实验室又缺少便于在课堂上直观演示的仪器和教具,对学生的有效学习造成了一定的干扰。鉴于此状况,笔者将开源电子原型平台 Arduino 以及传感器模块、显示模块、蜂鸣器反馈模块等联合起来,精心设计了超声波测距仪与人体红外感应联合体,如图 4 所示。借助该自制教具,能实现让听不见的可看,让看不见的可听的效果。既可让听不见的超声波,以距离的方式呈现在屏幕上,帮助学生直观感知超声波的存在,同时更

好地理解超声波测距仪的工作原理。还能让看不见的红外线,以警报声的方式呈现出来,帮助学生直观感知红外线的存在。同时,进一步了解生活中众多红外感应装置的工作原理,感受科技魅力。

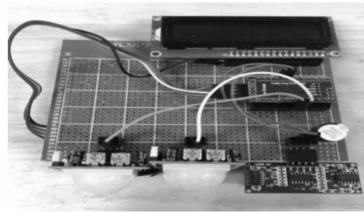


图4 自制超声波测距仪与人体红外感应联合体

该教具的组件成本低廉,芯片易于编程,产品可重复使用。而且模块化设计,拆装方便,系统的拓展性极强。尤其是在学习到电路相关知识,如:电路的基本组成、电路的连接方式、集成电路、电阻、半导体材料、电位器、电磁继电器等知识时,可根据教学的实际需要,再对系统进行拓展,能极大激发学生的研学兴趣,帮助学生更好地理解其内在原理。实际教学演示时,学生对此兴趣盎然,目不转睛,急切地想要了解更多相关知识。甚至下了课,还有很多学生围过来询问感兴趣的问题,这不正是我们实施有意义教学的起点吗?

当然,条件允许的情况下,还可购置便携式手机热成像仪,将其与手机连接,并实时投屏,更直观地呈现温度不同的物体所辐射的红外线强度,教学效果将更加震撼。

2.4 信息技术助力物理实验探究常态化

每年理化生实验技能考试结束后,理科教师都会发出同样的感慨:学生的实验技能和实验素养欠佳。出现这种现象的原因不外乎学生平时亲自动手实验的机会少,仅靠课堂上的分组实验,既无法保证实验操作的独立性,又很难保障有充足的时间进行实验。在不延长学生在校时间、增加课时量的前提下,如何改变此现状?笔者认为,合理运用信息技术,打破时间、空间以及实验条件的制约,助力物理实验探究常态化,是一种行之有效的策略。

现如今网购非常便利,许多物理实验器材、各种类型的学生实验箱廉价易得,教师不必再担心“巧妇难为无米之炊”,只要为学生搭建好自主研学、互助交流的平台,如建立QQ群、微信群、利用教育主管部门建立的网上备课系统等。依据课标要求和具体教学内容,为学生设计好他们能够自主完成的探究任务,并为他们准备丰富的物理实验数字化资源。如共享Flash、多媒体课件、仿真物理实验室软件,向学生推送全国中小学实验在线平台、

江苏省中小学实验在线平台、江苏省“五四杯”优秀微课资源、甚至优秀的自媒体资源等相关网络教育资源,引导其合理运用,辅助自己顺利完成实验探究。当然,学生还可以借助平台,及时反馈在实验探究过程中遇到的各种问题,师生、生生之间,相互解答、分享心得。这样,不但能扩充物理课堂的教学内容、丰富实验教学的形式,还能拓展师生的视野与物理学习的空间。

除此以外,随着通信技术、半导体技术和传感技术的极速发展,以手机为代表的智能电子设备,功能日益强大,其内部集成了光传感器、重力传感器、加速度传感器、气压传感器、磁场传感器、GPS、陀螺仪等各式各样的高精度、高灵敏度传感器。结合各类应用软件,如Phyphox进行合理调用,便能够随时随地完成对多个物理量的测量,简直就是超便携实验室。使用智能手机巧做物理实验,形式新颖,学生乐于尝试、勤于钻研。尤其是在中高考复习阶段,如果教师将已经做过的实验,再完整地重做一遍,一方面时间不允许,另一方面学生觉得自己做过,对教师的“炒冷饭行为”不感兴趣,以致实验复习效率低下。若能利用传感技术、多媒体技术、仿真物理实验室、DISLab数字化信息系统实验室、增强现实技术(AR)等现代信息技术,将实验过程与实验现象换一种崭新的方式快速再现,或者放手让学生在复习课前自主完成,既能节约宝贵的教学时间,又能在激发学生兴趣的同时,唤醒学生的实验记忆,达到良好的复习效果。

3 小结

物理实验教学改革,一直都是教育工作者关注的焦点。随着现代信息技术的飞速发展与广泛应用,教育信息化的程度逐步提高,给物理实验的创新设计和有效教学注入了新的活力。很多以前难以解决的问题,现实条件不容易实现的实验,或者操作过程具有一定危险性的实验,现在都将成为物理教师创新实验教学方式的契机。《义务教育物理课程标准(2011年版)》也在课程基本理念中提到:“鼓励在物理教学中合理运用信息技术”,作为一线教师,唯有转变观念,加强对教育信息技术的学习与研究,努力提升个人信息素养,并在教学实践中,针对学生学的困惑点和教师教的困难点,融合信息技术,加以有效突破,方能真正提升物理实验教学的质量和水平。